

Veli Pekka Lämsä, Jouko Belt

Heikkokuntoisen päällystetyn alemman tieverkon ylläpito - loppuraportti

Vähäliikenteisten teiden taloudellinen ylläpito - tutkimusohjelma

Tiehallinnon selvityksiä 45/2005



Veli Pekka Lämsä, Jouko Belt

Heikkokuntoisen päällystetyn alemman tieverkon ylläpito - loppuraportti

Vähäliikenteisten teiden taloudellinen ylläpito - tutkimusohjelma

Tiehallinnon selvityksiä 45/2005

Kansikuva: Veli Pekka Lämsä

ISSN 1457-9871

ISBN 951-803-571-7

TIEH 3200957

Verkkojulkaisu pdf (www.tiehallinto.fi)

ISSN 1459-1553

ISBN 951-803-572-5

TIEH 3200957-v



TIEHALLINTO
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelinvaihte 0204 2211

Veli Pekka Lämsä, Jouko Belt. Heikkokuntoisen päällystetyn alemman tieverkon ylläpito -loppuraportti. Vähäliikenteisten teiden taloudellinen ylläpito - tutkimusohjelma. Helsinki 2005. Tiehallinto. Tiehallinnon selvityksiä 45/2005, 42 s. ISSN 1457-9871, ISBN 951-803-571-7, TIEH 3200957.

Asiasanat: ajettavuus, palvelutaso, tien kunto, tienkäyttäjät, vähäliikenteiset tiet, ylläpito
Aiheluokka: 02, 32, 33, 38, 70

TIIVISTELMÄ

Yleisten teiden palvelutaso määritellään nykyisellään teknisin perustein tieominaisuuden kuntoa ja toiminnallisuutta luokittelemalla. Tässä *Heikkokuntoisen päällystetyn alemman tieverkon ylläpito* -projektissa tarkastellaan kyseisen tieverkon osan palvelutasoa, vähäliikenteiselle tiestölle tyypillisiä ongelmia ja ylläpidon vaihtoehtoja niin kunnossapitotoimenpiteiden ja taloudellisuuden kuin asiakaslähtöisyyden näkökulmasta. Tuloksena esitellään mm. uusia vaihtoehtoisia tunnuslukuja ja ohjelmoinnin työkaluja vähäliikenteisten teiden ylläpidon kehittämiseksi, tienkäyttäjän palvelutaso huomioon ottaen.

Päällystetyn alemman tieverkon (seututiet KVL < 200 ajon/vrk sekä yhdystiet) pituus on 25 600 km eli noin 32 % kaikista yleisistä teistä, mistä lähes 90 %:lla (yli 22 500 km) KVL on alle 1000 ajon/vrk.

Ajomukavuustutkimusten perusteella tienkäyttäjien kannalta haitallisimpia päällystevaurioita ovat reiät, heikkolaatuiset paikkaukset, erilaiset pykälällä olevat halkeamat ja reunapainumat. Mutkaisuus ja mäkisyys eivät alenna henkilöautoilijoiden palvelutasoa yhtä paljon kuin pintavauriot tai epätasaisuus. Raskaan kaluston kuljettajat kokevat yksittäiset suuret (routa)heitot merkittäväksi ajomukavuutta ja liikenneturvallisuutta heikentäväksi tekijäksi.

Vähäliikenteisten teiden kunnon arviointi tulisi perustaa pituus- ja poikkisuuntaisen epätasaisuuden (IRI ja Harjanne) sekä tienkäyttäjän kokemaa palvelutasoa korostavan vauriosumman (VSt) tunnuslukuihin. Lisäksi tieverkolta tulisi kartoittaa haittaa aiheuttavat yksittäiset heitot. Menettelyjen käyttöönotto edellyttää uusien tunnuslukujen kirjaamista kuntorekisteriin sekä kunto-
muuttujien määrittelyä kriteereineen ylläpidon ohjelmointijärjestelmään. Yksittäisten heittojen osalta edellytyksenä on myös laskenta-algoritmin kehittäminen PTM-auton mittausohjelmistoon. Kehitetyistä kuntomuuttujista ja alustavista raja-arvoista on tärkeää huomioida, että ne eivät välttämättä ole sellaisenaan käyttökelpoisia koko päällystetyllä tieverkolla, koska tutkimuksen kohteena on nimenomaan ollut vähäliikenteinen päällystetty tieverkko.

Ensisijaisia kehittämiskohteita PVI -käytännöissä ovat päällystevaurioiden vakavuusasteen, pykälällä olevien halkeamien ja heikkolaatuisten paikkausten huomioon ottaminen.

SOP tien soratieksi palauttaminen ei ole perusteltua ennen kuin kohteen hoitokustannukset nousevat suuremmaksi kuin soratiellä, ts. alhaisen KVL teiden elinkaarta kannattaa taloudellisessa mielessä pyrkiä jatkamaan pitäen tavoitteena peruspalvelutason säilyttämistä. KVL rajana SOP tien soratieksi palauttamiselle tai päällystettynä parantamiselle on 100 ajon/vrk, KVL ollessa alle rajan soratieksi palauttamista voidaan yhteiskunnalliset tekijät huomioiden harkita. Kun KVL on yli 100 ajon/vrk päällystetyn tien soratieksi palauttaminen ei yleensä ole perusteltua.

Keywords: driving comfort, level of service, road condition, low volume roads, maintenance

ABSTRACT

The level of service at public roads is presently defined by technical basis with road condition and functionality. This Maintenance of Low Volume Poor Condition Pavement Roads –project deals with low volume road level of service, typical problems and maintenance alternatives from operative, economical and customer oriented point of view. Within this project is introduced new alternative pavement condition parameters and management systems considering factors of road user level of service to improve maintenance of low volume roads.

Low volume pavement road network (all connecting roads and regional highways with ADT less than 200) length is 25 600 km which is about 32 % of all public pavement roads in Finland. Nearly 90 % (22 500 km) of these low volume roads have average daily traffic less than 1000 vehicles/day.

On the grounds of driving comfort research the most uncomfortable pavement surface damages from road user viewpoint are holes, poor-quality patching, all kinds of stepped cracking and road edge depression. Windingness and hilliness of the road does not reduce passenger car traffic level of service as much as pavement surface damages or unevenness. Heavy vehicle regard single high bumps causing extreme vertical movements (such as frost heaves) as highly significant driving comfort and traffic safety deteriorating factors.

Evaluation of low volume road condition should be based on longitudinal and transverse unevenness (IRI and Cross_Ridge) and entirely new parameter VSt, which is based on the level of service of the road users. Single high bumps should also be defined from the road network. These new procedures presume some changes to the Finnra Road Condition Data Bank and pavement management system PMS. Measuring the single high bumps needs also generating new calculation algorithm to the measuring system. New parameters with failure criteria for the PMS are not necessarily directly suitable for the whole road network in Finland, because parameters are based on low volume pavement road network. Primary pavement damage survey development items discuss with how serious level of pavement damages are, stepped cracking and poor-quality patching themes.

Returning SOP (Gravel road surface treatment) road back to gravel road is not reasonable until SOP maintenance costs are greater than costs of gravel road maintenance. It is economically worthwhile to try to extend the service life of low volume roads, targeting to the basic level of service. Suitable ADT boundary for SOP road improvement measures (returning to gravel road or new asphalt pavement) is 100 vehicles/day. Boundary setting means that returning back to gravel road can be considered together with social factors if ADT is less than 100. If ADT is greater than 100, gravel road is generally not a realistic alternative.

ALKUSANAT

Tiehallinnossa käynnistettiin loppuvuonna 2002 "*Vähäliikenteisten teiden taloudellinen ylläpito*" -tutkimusohjelma S14. Tutkimusohjelman tavoitteena on löytää tehokkaita, nykyistä edullisempia sekä ympäristön kannalta kestäviä ratkaisuja vähäliikenteisten teiden ylläpitoon ja sen yksittäisiin keskeisiin kysymyksiin. Tarpeen mukaan osaprojektien pohjalta laaditaan myös ohjeita ja suosituksia käytännön töiden toteuttamiseen sekä menettelytapojen kehittämiseen.

Kyseisen tutkimusohjelman vuosille 2003 - 2005 ajoittuva osaprojekti on nimeltään "*Heikkokuntoisen päällystetyn alemman tieverkon ylläpito*" ja siinä käsitellään tutkimusohjelman tavoiteasettelussa esitetysti päällystetyn alemman tieverkon tyyppiongelmia ja niiden taloudellista merkitystä, pinta-uksilla päällystettyjen teiden (SOP) parantamistekniikoita sekä heikkokuntoisten päällysteiden korjaamista. Tämä julkaisu on osaprojektin loppuraportti.

Työtä on ohjannut projektiryhmä, johon kuuluvat

Lasse Weckström	
Janne Lintilä	Tiehallinto / Hämeen tiepiiri (puheenjohtaja)
Kari Lehtonen	Tiehallinto / keskushallinto
Kalevi Luiro	Tiehallinto / Lapin tiepiiri
Pertti Virtala	Tiehallinto / keskushallinto
Tuomas Toivonen	Tiehallinto / keskushallinto
Aarno Valkeisenmäki	Tieliikelaitos
Jouko Belt	Oulun yliopisto (sihteeri)

Oulun yliopiston Rakentamisteknologian tutkimusryhmässä työhön ovat osallistuneet Veli Pekka Lämsä ja Jouko Belt.

Oulussa elokuussa 2005.

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	11
2	PROJEKTISSA TEHDYT KENTTÄTUTKIMUKSET JA SELVITYKSET	12
2.1	Osaprojektit ja raportointi	12
2.2	Esiselvitys	12
2.3	Routaheittotutkimus	13
2.4	Päällystevauriot ja ajotuntuma	13
2.5	Tiestön kunto ja ylläpitotoimenpiteet -tiepiirikysely	14
2.6	Raskaan liikenteen ajotuntuma ja reunapainumat	14
2.7	Vähäliikenteisten teiden heikkokuntoisuuden arviointi	14
2.8	Kunnostusmenetelmän valinnan problematiikka	15
2.9	SOP teiden ylläpito	15
2.10	Ideat ja tutkimusaihiot	16
3	PÄÄLLYSTETYN ALEMMAN TIEVERKON YLLÄPITO	17
3.1	Vähäliikenteinen päällystetty tieverkko	17
3.2	Tienkäyttäjän kokema palvelutaso	18
3.21	Yksittäiset heitot	18
3.22	Pintakunto ja ajomukavuus	18
3.3	Kuntotilan arvioinnin kehittäminen	20
3.31	Kuntotilan mittarit	20
3.32	Pituussuuntainen epätasaisuus	21
3.33	Poikkisuuntainen epätasaisuus	22
3.34	Vauriosumma	24
3.341	Nykyinen vauriosumma VS ja sen ongelmat	24
3.342	Tienkäyttäjän ajomukavuutta painottava vauriosumma VSt	25
3.4	Ylläpidon ohjelmointikäytäntöjen ja kuntomittausten kehittämistarpeet	28
3.5	Ylläpitotoimenpiteiden valinta	30
3.51	Valintaan vaikuttavat tekijät	30
3.52	Valintakriteerien periaatteet	30
3.53	Toimenpiteen valinta	31
4	SORATIEN PINTAUKSET	33
4.1	SOP tieverkko ja ylläpidon vaihtoehdot	33
4.2	Ylläpitotoimenpiteiden kustannustarkastelu	35
4.21	Kustannustarkastelun lähtökohdat	35
4.22	Tienpitäjän kustannukset	36
4.23	Tienpitäjän ja tienkäyttäjän kustannukset	37
4.24	Hoitokustannustarkastelu	38
5	YHTEENVETO	40

KIRJALLISUUSLUETTELO

1 JOHDANTO

Heikkokuntoisen päällystetyn alemman tieverkon ylläpito -projektissa tarkastellaan kyseisen tieverkon osan palvelutasoa, vähäliikenteiselle tiestölle tyypillisiä ongelmia ja ylläpidon vaihtoehtoja sekä kunnossapitotoimenpiteiden että taloudellisuuden näkökulmasta.

Päällystetyillä alemmalla tieverkolla tai toisin sanoen ilmaistuna päällystetyillä vähäliikenteisillä teillä tarkoitetaan tämän projektin yhteydessä yhdysteitä sekä sellaisia seututeitä, joiden liikennemäärä on alle 200 ajon/vrk. Päällystettyjä vähäliikenteisiä teitä on hieman yli 25 600 km, mikä käsittää noin 32 % kaikista yleisistä teistä. Projektissa päällystetyiksi teiksi käsitetään myös SIP/SOP pintaukset.

Tiehallinnon ylläpitämien yleisten teiden eli tieomaisuuden palvelutasoa voidaan tarkastella pelkästään teknisen näkökulman lisäksi tienkäyttäjän ja koko yhteiskunnan näkökulmasta. Tällä hetkellä palvelutaso määritellään ensisijaisesti teknisin perustein tieomaisuuden kuntoa ja toiminnallisuutta luokittelemalla. Tämän projektin yhtenä päätuloksena tullaan esittelemään uusia vaihtoehtoisia tunnuslukuja ja ohjelmoinnin työkaluja vähäliikenteisten teiden ylläpidon kehittämiseksi tien käyttäjän palvelutaso ja taloudellisuus huomioon ottaen. Aihepiiriin liittyen projektissa käsitellään myös vähäliikenteisten teiden ylläpidon toimenpiteiden valintakriteerien periaatteita ja valintaan vaikuttavia tekijöitä.

Lisäksi tarkastellaan mm. SOP teiden ylläpidon toimenpiteiden valintaa ja vaihtoehtoja tienpitäjän ja tienkäyttäjien kustannuksiin perustuvan taloudellisuustarkastelun perusteella. Oleellisena osana tarkastelua on esittää näkökulmia ja ottaa kantaa SOP teillä mahdollisiin ylläpitotoimenpiteisiin: uudelleen pintaukseen, muuttamiseen takaisin soratieksi tai parantamiseen PAB-V päällysteiseksi tieksi.

2 PROJEKTISSA TEHDYT KENTTÄTUTKIMUKSET JA SELVITYKSET

2.1 Osaprojektit ja raportointi

Heikkokuntoisen päällystetyn alemman tieverkon ylläpito -projektissa käytettyjen tutkimusmenetelmien kirjo oli varsin laaja. Menetelminä käytettiin kenttätutkimuksia, arviointilomakemenettelyllä suoritettuja kyselyitä, haastatteluja, kirjallisuusselvityksiä sekä toisaalta kentällä PTM ajoneuvolla suoritettuja koekohteiden erillismittauksia ja niiden tulosten analysointia sekä monen tyyppisiä Tiehallinnon tie- ja kuntorekisteritietokantojen luokitteluun ja käsittelyyn perustuvia laskentoja ja tilastollisia tarkasteluja.

Kyselyjen ja haastattelujen kohdehenkilöinä toimivat, selvitystyön tarkoituksesta riippuen, niin tavalliset tienkäyttäjät (henkilöautoilijat, raskaan kaluston ammattiautoilijat) kuin Tiehallinnon omat asiantuntijat. Projektin saatossa tehtyjen muistioden, työraporttien ja Tiehallinnon sisäisten julkaisujen lista on seuraavanlainen :

- Heikkokuntoisen päällystetyn alemman tieverkon ylläpidon vaihtoehdot (moniongelmaisten teiden taloudellinen ylläpito); esiselvitys (työraportti 29.9.2003).
- Routaheittotutkimus (TIEH sisäisiä julkaisuja 32/2004).
- Päällystevauriot ja ajotuntuma (TIEH sisäisiä julkaisuja 33/2004).
- Tiestön kunto ja ylläpitotoimenpiteet -tiepiirikysely (muistio; lokakuu 2004).
- Raskaan liikenteen ajotuntuma ja reunapainumat (työraportti 1.12.2004).
- Vähäliikenteisten teiden heikkokuntoisuuden arviointi (TIEH sisäisiä julkaisuja 26/2005).
- Kunnostusmenetelmän valinnan problematiikka (TIEH sisäisiä julkaisuja 38/2005).
- SOP teiden ylläpito (TIEH sisäisiä julkaisuja 39/2005).
- Heikkokuntoisen päällystetyn alemman tieverkon ylläpito — ideat ja tutkimusaihiot (muistio; elokuu 2005).

Työraportit ja sisäiset julkaisut löytyvät tulostettavassa muodossa mm. Tiehallinnon strategisen projektin S14 *Vähäliikenteisten teiden taloudellinen ylläpito* -tutkimusohjelman internet -sivuilta (www.tiehallinto.fi/s14), missä niiden sisältöön voi tutustua tarkemmin. Seuraavassa on esitetty lyhyt kuvaus raportointiin liittyvien tutkimusten ja selvitysten sisällöstä.

2.2 Esiselvitys

Projekti käynnistyi vuonna 2003 esiselvityksellä, missä alustavasti tarkasteltiin mm. päällystetyn alemman tieverkon laajuutta, rakenteita sekä niiden käyttäytymistä ja kuntoa, moniongelmaisten teiden korjausmahdollisuuksia sekä ylläpidon vaihtoehtoja. Tavoitteena oli läpikäydä varsinaisessa tutkimusprojektissa selvitettäväksi määriteltäviä asioita siinä laajuudessa, että pro-

jektille voidaan laatia toteuttamiskelpoinen tutkimussuunnitelma perustelui-
neen. Esiselvitys perustui kirjallisuuden lisäksi PVI- ja PTM- aineistojen tar-
kasteluun vuodelta 2000.

2.3 Routaheittotutkimus

Routaheittotutkimuksen tavoitteena oli selvittää tienkäyttäjien sietorajoja yk-
sittäisten heittojen suhteen sekä arvioida, miten haitalliset heitot tulisi määrit-
tää ts. kehittää luotettava, mitattavissa oleva tunnusluku heittojen määrittä-
miseksi palvelutasomittaustiedoista kuntorekisteriin ylläpidon ohjelmoinnin
(tulosohjaus) ja hanketason tarpeita silmällä pitäen.

Sietorajojen määrittämiseksi suoritettiin huhtikuun loppupuolella 2004 kenttä-
tutkimus, missä selvitettiin raskaan kaluston ja HA-liikenteen päivittäisessä
liikkumisessaan kokemaa ajotuntumaa (ajomukavuutta) yksittäisten heittojen
(pystyheitto) suhteen. Kohteet sijaitsivat Oulun tiepiirissä ja niiden yhteispi-
tuus oli hieman yli 30 km. Tutkimus toteutettiin VOH tutkimusohjelmassa
[Tiehallinto 32/2004] esitettyjä suosituksia mukailien, ottaen huomioon tien-
käyttäjän näkökulman tieomaisuuden kunnon yhtenäisen palvelutasoluoki-
tuksen kehittämisessä.

Toisena lähtökohtana selvitystyölle toimi keväällä ja kesällä suoritettut tasai-
suusmittaukset (Laser RST mittausjärjestelmä, Ramboll Finland Oy), minkä
tuloksia vertailtiin ajomukavuuskyselyn kanssa sietorajojen arvioimiseksi ja
heittojen aiheuttamaa haittaa kuvaavan tunnusluvun määrittämiseksi.

2.4 Päällystevauriot ja ajotuntuma

Tässä projektin osassa pureuduttiin päällystettyjen vähäliikenteisten teiden
palvelutasoon tienkäyttäjän näkökulmasta. Ensivaiheessa tarkasteltiin tilas-
tollisesti alemmalle tieverkolle tyypillisten päällystettyjen teiden vaurioita ja
tasaisuutta tiepiireittäin kuntorekisterin PVI ja PTM aineistojen perusteella
sekä yleisemmin päällystevaurioita ja tasaisuutta selittäviä tekijöitä.

Toisessa vaiheessa tarkasteltiin päällysteen pintakunnon ja henkilöautoiljoi-
den kokeman ajotuntuman välistä yhteyttä, lähtökohtana kesäkuussa 2004
suoritettu kenttätutkimus, missä tavalliset tienkäyttäjät (paikalliset asukkaat
ja ajopaneeliin osallistujat) saivat 18 eri kohteella arvioida päällysteen pinta-
kuntoa ja kokemaansa ajomukavuutta. Kohteet valittiin siten, että pintakun-
noltaan heikkojen tai erittäin heikkojen osuuksien lisäksi mukaan sisällytettiin
myös suhteellisen hyvässä kunnossa olevia kohteita sietorajojen suuruuden
arvioimista silmällä pitäen. Vertailukohtana autoilijoiden arvioille olivat pääl-
lystevaurioinventoinnit (PVI), jolloin oli mahdollista arvioida päällystevaurioil-
le sietorajoja, joita huomommaksi kunto ei saa heikentyä.

Tarkastelu perustui vahvasti asiakaslähtöisyyteen liikenteen kokeman ajo-
mukavuuden muodossa, ylläpidossa käytettävien teknisten raja-arvojen si-
jasta. Sietorajatarkastelun pohjalta arvioitiin nykyisen vauriosumman VS käy-
tettävyyttä ylläpitotoimenpiteiden ohjelmoinnin työvälineenä ja sen heikkouk-

sia lähinnä tienkäyttäjien palvelutason ja ajomukavuuden näkökulmasta. Selvitystyön lopputuotteena esitettiin uusi menettely vauriosumman määrittämiseksi, ajotuntumaselvityksen ja sietorajatarkastelun pohjalta.

2.5 Tiestön kunto ja ylläpitotoimenpiteet -tiepiirikysely

WEBROPOL-verkkokyselynä toteutetulla 23:lle tiepiirien ja keskushallinnon PMS- ja hankinta-asiantuntijalle osoitetulla kyselyllä selvitettiin Tiehallinnon asiantuntijoiden näkemyksiä vähäliikenteisten päällystettyjen teiden kunnan mittaamiseen ja kunnan kehittymiseen liittyviin asioihin sekä kokemuksia käytetyistä ylläpitotoimenpiteistä. Kyselyn tuloksia on tarkoitus käyttää ylläpidon ja hankinnan kehittämisessä.

2.6 Raskaan liikenteen ajotuntuma ja reunapainumat

Lokakuussa 2004 toteutettiin raskasta kalustoa kuljettaville ammattiautoilijoille kysely (postitse/ sähköpostilla), missä he saivat omiin kokemuksiinsa perustuen arvioida raskaan liikenteen kokemia haittoja ja ajotuntumaan vaikuttavia tekijöitä alemmalla päällystetyllä tieverkolla. Kysely suunnattiin erityisesti vähäliikenteisillä teillä liikennöiville, pääasiassa maitoa, turvetta ja puutavaraa kuljettaville yrityksille, (mm. Pohjolan maito, Vapo, Turveruukki ja Stora Enso) sekä kunnossapitokaluston kuljettajille (Tieliikelaitos) ja linja-autoliikenteen yrittäjille.

Pääasiallisena tavoitteena oli selvittää kuinka merkittävä haittatekijä reunapainumat ovat raskaan kaluston ajotuntuman kannalta. Kysymykset käsittelivät kunnossapidon aihepiiriä kokonaisuudessaan, minkä ansiosta ko. kuljetusalan ammattilaisten näkökantoja voidaan suhteuttaa laajemmin alemman tieverkon ylläpitoa silmällä pitäen. Kysymysten luonteesta johtuen vastaus-ten kirjo oli laaja, minkä vuoksi tulokset sisältävät enemmänkin kiinnostavaa tietoutta asiakaslähtöisestä näkökulmasta mm. kunnossapidon nykytilasta ja muista raskaalla kalustolla liikkuvien tienkäyttäjien mielipiteistä.

2.7 Vähäliikenteisten teiden heikkokuntoisuuden arviointi

Tässä projektin osassa tarkasteltiin vähäliikenteisten päällystettyjen teiden kunnan arviointia pituus- ja poikkisuuntaisen epätasaisuuden PTM tunnuslukujen sekä vauriosumman avulla ylläpidon tarpeisiin mm. kunnostustoimenpiteiden valinnan ja ajoittamisen kehittämiseksi.

Pituussuuntaisen epätasaisuuden mittarin 100m IRI informatiivisuus on koettu puutteelliseksi, varsinkin yksittäisten heittojen erittelemisen osalta. IRI:n rinnalle on tasaisuudelle ollut kehitteillä tarkemmin heiton sijainnin ja suuruusluokan ilmaiseva tunnusluku (vrt. *Routaheittotutkimus* edellä), mikä perustuu lyhyelle jaksolle määritettyyn arvoon (esim. 10m IRI). Tunnusluvulle esitetään alustavat raja-arvot; suurempi kuvaamaan heittokohtia, jotka yksittäisinä ovat potentiaalisia korjauskohteita ja alempi kuvaamaan tilannetta, missä sallitaan tietty määrä haitallisia heittoja.

PTM mittaustiedoista saadaan useita erilaisia poikkisuuntaisen epätasaisuuden tunnuslukuja, joiden hyödynnettävyyttä selvitettiin alemman tieverkon ylläpidon tarpeiden kannalta. Potentiaalisimmalle tunnusluvulle (Harjanne_ka) määritettiin alustavat raja-arvot ja analysoitiin mittarin perusteella heikkokuntoiseksi määräytyvän tieverkon osaa päällystetyypeittäin ja tiepiiritasolla.

Perinteisen vauriosumman on todettu kuvaavan heikosti ajomukavuutta, mm. vauriotyypeistä verkkohalkeamat selittävät VS:n lähes kokonaan. Ajomukavuustutkimuksen ja kuntorekisteriaineistolle suoritettuihin laskentoihin perustuen kehitettiin uusi, paremmin tienkäyttäjän kokeman ajotuntuman huomioon ottava vauriosumman tunnusluku VSt, määritettiin sille alustavat raja-arvot sekä tarkasteltiin sen ulottuvuuksia kuntotilan mittarina mm. päällystetyypeittäin ja tiepiiritasolla.

Raportin tuloksia tarkasteltaessa on oleellista ottaa huomioon, että esitetyt tunnuslukujen jakaumat ja alustavat raja-arvot pätevät sellaisenaan vain vähäliikenteisellä tieverkolla, eivätkä tulokset siten ole suoraan verrannolliset koko päällystetylle tieverkolle.

2.8 Kunnostusmenetelmän valinnan problematiikka

Tässä projektin osassa lähestyttiin vähäliikenteisten teiden kunnossapidon aihepiiriä useista eri näkökulmista. Tavoitteina oli tarkastella heikkokuntoisen päällystetyn alemman tieverkon ylläpidossa rakenteellisista tekijöistä johtuvia ongelmatyyppejä ja ongelmakohtien käytännön tunnistamista, vähäliikenteisille teille soveltuvia kunnostus- ja korjausmenetelmiä sekä niiden teknistä toimivuutta ja taloudellisuusnäkökohtia.

Tarkemmin kunnostusmenetelmän valinnan problematiikan aihepiiriin sisällytettiin tietoutta kunnostettavan tien nykytilan arvioimisesta aina pintakunnon tunnuslukujen analysoinnista ja maastokäyntien tarpeellisuudesta rakenteellisia ja liikenneteknisiä tekijöitä sivuten. Lisäksi tarkasteltiin ylläpidon tuoter ryhmän sisältämien toimenpiteiden soveltuvuutta lähinnä kuntopuutteiden poistamisen näkökulmasta sekä arvioitiin ylläpidon toimenpiteiden valintaan vaikuttavia tekijöitä (mm. palvelutaso, liikenneturvallisuus, päällystekierto, yhteysvälien homogeenisuus, taloudellisuus, liikenteellinen merkitys) niin toimenpiteiden valintakriteerien kuin ylläpidon toimintalinjojen näkökulmasta.

2.9 SOP teiden ylläpito

SOP teiden ylläpitotoimenpiteiden valintaa ja vaihtoehtoja selvitetään projektissa omana kokonaisuutenaan mm. tienpitäjän ja tienkäyttäjien kustannuksiin perustuvan taloudellisuustarkastelun perusteella sekä tarkastelemalla sorateiden pintaauksien asemaa yleisellä tieverkolla, tiestön kuntotilaa ja siihen vaikuttavia tekijöitä.

Oleellisena osana selvitystyötä on esittää näkökulmia ja ottaa kantaa SOP teiden mahdollisiin ylläpitotoimenpiteisiin: uudelleen pintaaukseen, muuttamiseen takaisin soratieksi tai parantamiseen PAB-V päällysteiseksi tieksi.

2.10 Ideat ja tutkimusaihiot

Projektin loppuvaiheessa laadittiin muistio, missä koottiin yhteen ja kehiteltiin ideoita ja tutkimusaihioita tiehallinnon toiminnan kehittämiseksi sekä vähäliikenteisillä teillä toimivien urakoitsijoiden tuote- ja työmenetelmäkehityksen aktivoimiseksi.

Projektissa kehitettiin asiakaslähtöisyyden kannalta ns. tienkäyttäjän vauriosumma kuvaamaan tien kuntoa päällystevaurioiden osalta. Poikkisuuntaisen epätasaisuuden tunnusluvuksi ehdotetaan ajourien välistä harjanteen korkeutta. Uudet tunnusluvut tulisi ottaa käyttöön, minkä takia tarvitaan selvitys, miten muuttujia ja raja-arvoja käytetään ohjelmointijärjestelmässä.

Tierakenteiden suunnittelun ja mitoituksen kannalta tulisi tietää, milloin ja missä suhteissa kuormituskestävyyteen liittyvää vaurioitumista tapahtuu. Laboratoriokokeiden perusteella vaurioituminen tapahtuisi pääosin keväällä. Tämä kuitenkin kaipaa varmistusta kenttäolosuhteissa.

Sitomattomien kerrosten ja stabilointien osalta tiivistämiskaluston valinnassa, tiivistämismäärän arvioinnissa ja laadunvalvonnassa on merkittäviä puutteita. Kapeilla teillä lisäongelman muodostaa tien reuna (tiet pyrkivät levenemään tiivistämisen yhteydessä). Tiivistämistä kehittämällä on saavutettavissa todennäköisesti merkittäviä parannuksia nykytilanteeseen verrattuna.

Yksi merkittävimmistä ongelmista rakenteen käyttäytymisen kannalta on tien kapeudesta ja luiskan jyrkkyydestä johtuva heikko kuormituskestävyys tien reunalla, mikä ilmenee mm. tien levenemisenä. Yhtenä ratkaisuvaihtoehtona olisi käyttää lujitteita tien reunaosalla, mikä estäisi tien levenemistä ja samalla vähentäisi pysyviä muodonmuutoksia yleensäkin.

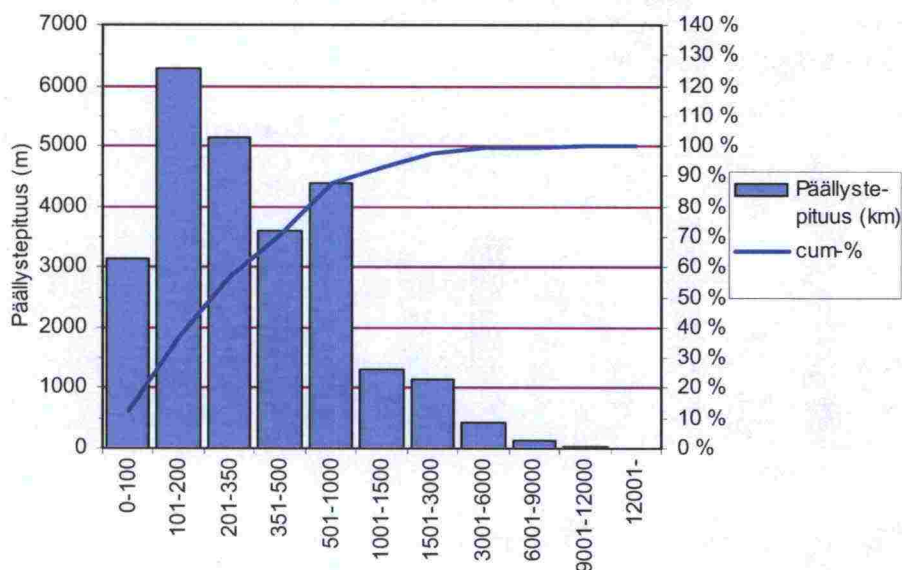
Ohutpäällysteisillä teillä päällysteen alapuolinen kerros on rakenteen kuormituskestävyyden kannalta tärkein kerros. Hyvälaatuista mursketta käytettäessä tulisi tietää mm. kuinka ohutta kerrosta on järkevää käyttää sekä tierakenteen toiminnan että rakentamisen kannalta tai milloin lisämateriaali kannattaa parantamisen yhteydessä sekoittaa olemassa olevaan rakenteeseen.

Taloudellisten laskelmien perusteella teiden elinkaarta kannattaa jatkaa hoitotoimenpiteillä varsinkin hyvin alhaisen liikennemäärän (100-200 ajon/vrk) teillä ennen kunnostustoimenpiteitä. Vähäliikenteisille teille soveltuvissa paikkausmenetelmissä ja -materiaaleissa on selvää kehittämispotentiaalia.

3 PÄÄLLYSTETYN ALEMMAN TIEVERKON YLLÄPITO

3.1 Vähäliikenteinen päällystetty tieverkko

Vuoden 2003 tilanteessa tässä selvityksessä käytetyn vähäliikenteisten teiden (yhdystiet ja ne seututiet, missä KVL alle 200 ajon/vrk) päällystepituus on Tiehallinnon tilastojen mukaan ollut reilut 25 600 km ja keskimääräinen (mediaani) liikennemäärä hieman alle 300 ajon/vrk. Liikennemääräluokittain tarkasteltuna päällystepituus on huomattava aina KVL 1000 ajon/vrk saakka, minkä "rajapyykin" jälkeen yhdysteiden osuus vähenee selkeästi (kuva 1). Yli 22 500 km eli lähes 90 %:lla liikennemäärä on välillä 0 - 1000 ajon/vrk.



Kuva 1. Vähäliikenteisten päällystettyjen teiden pituus ja kumulatiivinen %-osuus KVL-luokiteltuna. [Yleiset tiet 1.1.2004]

Kokonaisuudessaan ko. tieverkon osan liikennemäärä on varsin alhainen, esimerkiksi KVL 1500 ajon/vrk ylittyy noin 7 %:lla (alle 1800 tie-km) ja KVL 3000 ajon/vrk vain hieman yli 2 %:lla (noin 600 tie-km) päällystepituudesta.

Päällystevauriota on vähäliikenteisellä tiestöllä sitä enemmän mitä suurempi on pituussuuntainen epätasaisuus, varsinkin reunapainumien, leveiden pituushalkeamien ja verkkohalkeamien osalta. Vaikutus on ilmeinen myös tien pinnan reikäisyyden ja kapeiden pituushalkeamien suhteen. Korkean kantaavuuden tiestöllä päällystevaurioiden määrä on vastaavasti alhainen. Liikennemäärä puolestaan ei ole selkeä vaurioiden selittäjä, koska suurempi KVL tarkoittanee useimmiten laadultaan korkealuokkaisempaa tierakennetta.

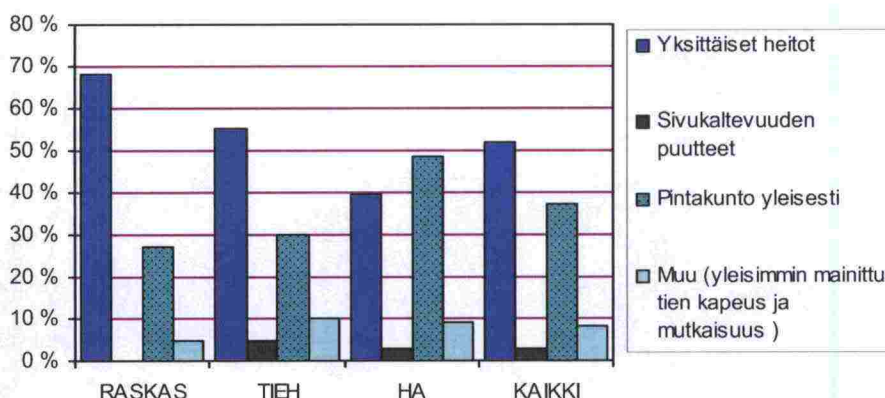
Päällysteen ikääntyminen on myös yhteydessä tien pinnan vaurioiden määrän lisääntymiseen. Poikkeuksena ovat kapeat pituushalkeamat, jotka tarkastelussa olivat vähimmillään vanhimpien (yli 10 v.) päällysteiden luokassa. Pituushalkeamat johtuvat suurelta osin routimisesta ja ilmeisesti vanhimpien päällysteiden luokassa rakenteen ja pohjamaan ominaisuudet ovat edullisempia routimisen kannalta kuin nuoremmalla tiestöllä. Päällysteen iän mer-

kitys ei ole aivan niin suuri kuin epätasaisuuden kasvamisen eli pitkällä tähtäimellä alemman tieverkon tasaisuuden parantaminen vähentää päällystevaurioita tehokkaammin kuin kevyet toimenpiteet.

3.2 Tienkäyttäjän kokema palvelutaso

3.2.1 Yksittäiset heitot

Ajomukavuutta eniten heikentävä tekijä roudan sulamisvaiheessa tehdyn kenttätutkimuksen perusteella oli raskaan liikenteen osalta yksittäiset heitot lähes 70 % osuudella. Henkilöautoliikenteen osalta noin 50 % koki eniten ajotuntumaa heikentäväksi tekijäksi yleisen pintakunnon, heittojen osuuden ollessa 40 %. Sivukaltevuuden puutteet koettiin pääasialliseksi ajomukavuutta heikentäväksi tekijäksi alle 5 % vastauksista (kuva 2).

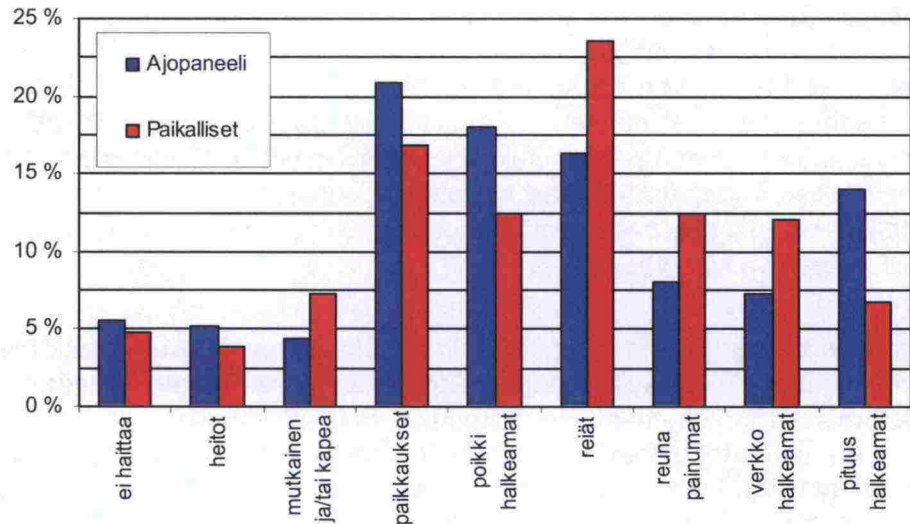


Kuva 2. Ajettavuutta eniten heikentävät tekijät roudan sulamiskaudella.

Tasaisuusmittausten tuloksissakin havaittavat yksittäiset suuret epätasaisuusarvot (\Leftrightarrow heitot) selittyvät useimmiten ylhäällä tai alhaalla olevana rumpuna, pohjamaan epätasaisesta routimisesta johtuvana heittona, reikäisenä tien pintana tai pykälällä olevana (poikki)halkeamana tai poikkikatkona. Reikiä lukuun ottamatta tekijöitä voidaan pitää tavalla tai toisella routaheittoina, koska alemmalle tieverkolle tyypillisesti niin rumpujen ja leveiden halkeamien kuin pohjamaan epätasaisen routimisen kohdalla haitta on suurimmillaan keväällä roudan sulamiskaudella.

3.2.2 Pintakunto ja ajomukavuus

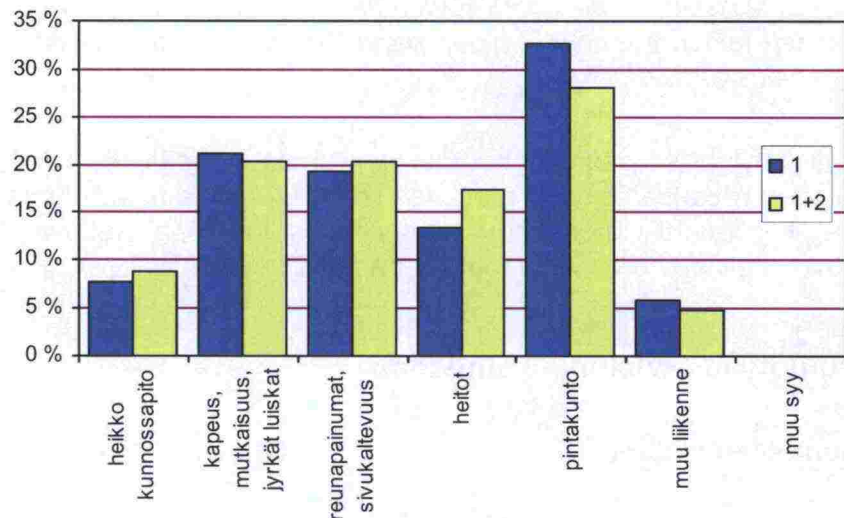
Päällystevaurioiden ja ajomukavuuden välistä yhteyttä selvittävän kenttätutkimuksen mukaisesti ajettavuudelle haittaa aiheuttava vaurio edellyttää vaurioituneen kohdan selvää pykälällä olemista. Esimerkiksi pituushalkeamat voivat olla lähes merkityksettömiä ajomukavuuden kannalta, niin kauan kun ne eivät ole pykälällä ja/tai hyvin leveitä. Henkilöautoilijoiden mielestä reiät, heikkolaatuiset paikkaukset sekä haitalliset poikkihalkeamat olivat ensiarvoisia ajomukavuutta heikentäviä tekijöitä noin 55 %:lla tutkimuskohteista (kai-killä kohteilla ei ollut reikiä tai paikkauksia). Reunapainumilla, verkkohalkeamilla ja pituushalkeamilla vastaava %-luku oli selvästi alhaisempi, luokkaa 7-14 % (kuva 3).



Kuva 3. Ajomukavuutta (HA) häiritsevät tekijät päällystetyllä tieverkolla.

Alemmalle tieverkolle tyypillinen mutkaisuus ja/tai kapeus oli eniten ajettavuutta heikentävä tekijä 4 % ajopaneeliin osallistuneista ja 7 % paikallisista autoilijoista. Pienipiirteisen pysty- ja vaakageometrian sekä kapeuden aiheuttama haitta ajettavuuteen korostuu varsinkin talven pimeissä ja liukkaissa olo-suhteissa. Toisaalta hyvissä olosuhteissa mutkaisuudella ja kapeudella voi olla myös positiivisia, ajonopeutta hillitseviä vaikutuksia.

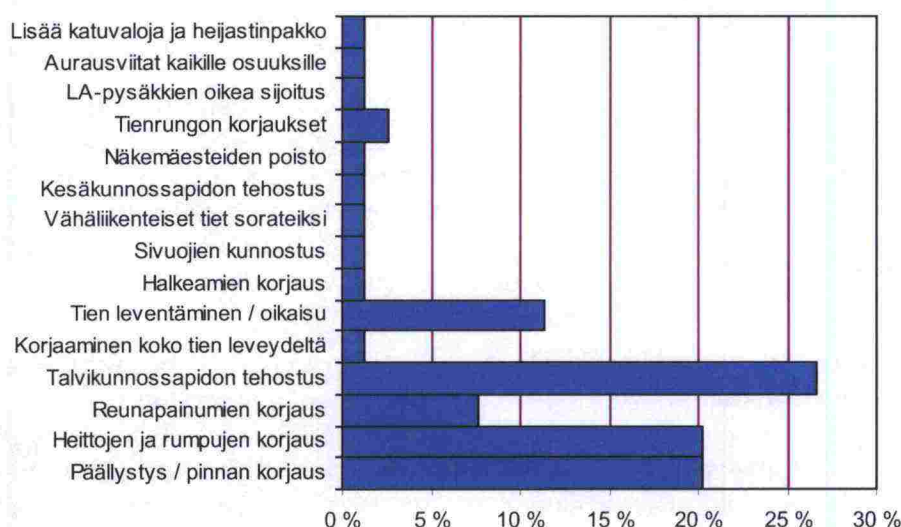
Myös raskaan kaluston ammattilaisten näkökulmasta yleisellä tasolla merkittävimpänä vähäliikenteisten teiden ongelmana kesäaikaan on huonoksi koettu päällysteen pintakunto ts. reikäisyys sekä erilaiset pykälällä olevat poikki- ja pituushalkeamat (kuva 4). Kuljettajien arvioissa tien kapeus ja mutkaisuus sekä heittojen, reunapainumien ja muiden sivukaltevuuden puutteiden merkitys on kuitenkin lähes samaa suuruusluokkaa.



Kuva 4. Kesäolosuhteissa eniten raskaan liikenteen ajotuntumaa heikentävät tekijät vähäliikenteisillä teillä (1 = ensisijainen, 1+2 ensi tai toissijainen häiritsevä tekijä).

Kuljettajien kommenttien mukaisesti kahden kolmasosan mielestä ajoneuvoyhdistelmän sivusuuntainen heijaaaminen on varsin/ erittäin yleistä vähäliikenteisillä teillä. Heijaaamista aiheuttavia tekijöitä ovat liian jyrkkä sivukaltevuus, pehmeä/ huonokuntoinen tien reunaosa ja reunapainumat. Reiät, heitot, sivukaltevuuspuutteet ja muut tien pinnan epätasaisuudet aiheuttavat haittaa äkillisten korjausliikkeiden tarpeen muodossa, millä perusteella em. tekijöitä tulee käsitellä paitsi ajomukavuuteen, myös merkittävänä liikenneturvallisuuteen vaikuttavana tekijänä.

Ammattiautoilijoiden mielestä ensisijaisin alemmalla tieverkolla kohentamista vaativa toimenpide on kunnossapidon tehostaminen talvisaikaan (kuva 5). Tehostamisella tarkoitetaan mm. toimenpiteiden aloittamisen aikaistamista, yökunnossapidon tehostamista ja polanteen poistamistoimenpiteiden "uudelleen aloittamista", koska tiehöylän työjäljen näkeminen on kommenttien perusteella ainakin vähäliikenteisillä teillä käynyt perin harvinaiseksi.



Kuva 5. Ensisijaiset ja pikaisesti toteutettavat toimenpiteet vähäliikenteisten teiden liikennöitävyyden parantamiseksi (kohderyhmä: raskas kalusto).

Tärkeysjärjestyksessä seuraavaksi merkityksellisiä kohteita alemmalla tieverkolla ovat (routa)heittojen ja rumpujen korjaukset sekä uudelleenpäällystystoimenpiteet pintakunnon parantamiseksi. Listauksessa erottuvat myös teiden leventäminen / oikaisu ja reunapainumien korjaus.

3.3 Kuntotilan arvioinnin kehittäminen

3.31 Kuntotilan mittarit

Vähäliikenteiselle päällystetylle tieverkolla on tyypillistä, että erilaisia päällystevaurioita ja tasaisuuspuutteita esiintyy sitä enemmän mitä alhaisempi on liikennemäärä. Tämä tosiseikka asettaa ylläpidon ohjaukselle erilaiset lähtökohdat kuin vilkasliikenteisellä tieverkolla, missä ylläpitotoimenpiteet määräytyvät hyvin pitkälle urasyvyyden perusteella.

Vähäliikenteisen tieverkon kuntotilan kehittymisen tarkastelussa on mielekäästä hyödyntää sekä pituus- ja poikkisuuntaista epätasaisuutta että päällysteen pintakuntoa kuvaavia mittareita.

Pituus- ja poikkisuuntaisen epätasaisuuden tunnusluvut perustuvat automatisoidusti mitattavaan PTM-tietoon, minkä toistettavuus on hyvällä tasolla. Päällysteen pintakunnon arviointimenettely (PVI) ja sen tuloksista laskennallisesti määritetyt kuntoparametrit sen sijaan perustuvat vielä tällä hetkellä subjektiiviseen inventointimenettelyyn, mikä tuottaa selvästi PTM-tietoja heikkolaatuisempaa tulosta. Tavoitteena on kuitenkin esitetty automatisoidusti suoritettavan mittauksen aloittaminen vuoden 2006 aikana.

Huomion arvoista automatisoidulle PVI-mittaukselle asetettuja toiveita silmällä pitäen on, että menettelyn tuottamat tulokset ovat täysin uusia tunnuslukuja, jotka tarvitsevat oman luokittelunsa ja raja-arvonsa, eivätkä ne ole suoraan vertailukelpoisia nykyisten PVI tunnuslukujen kanssa, vaikkakin uuden systematiikan käyttöönottovaiheessa uusia ja vanhoja menetelmiä tullaan varmasti tarkastelemaan rinnan, ainakin tulosten skaalausta silmällä pitäen. Kun otetaan vielä huomioon nykyinen noin 3 vuoden inventointikierto (mikä saattaa toki jatkossa muuttua), uuden automatisoidun inventoinnin on realistista olettaa olevan, kaiken mennessä hyvin, jokapäiväisessä, koko tieverkon kattavassa käytössä 3-5 vuoden kuluessa menettelyn aloittamisajankohdasta.

3.32 Pituussuuntainen epätasaisuus

Tien pituussuuntainen epätasaisuus on tärkeä sekä ajomukavuuteen että liikenneturvallisuuteen vaikuttava tekijä. Päällystettyjen teiden ylläpidon ohjauksessa on suhteellisen pitkältä ajanjaksolta kokemuksia 100m IRI:n (tasaisuus) käyttämisestä kuntomuuttujana. Tasaisuudelle asetetut kuntotavoiterajat ovat vallitsevasta ohjenopeudesta riippuvia ja alhaisimmilla liikennemäärillä 0-1500 ajon/vrk lineaarisesti muuttuvia siten, että vähäliikenteisille teille sallitaan suuremmat pituussuuntaiset epätasaisuudet kuin päätiestöllä/ vilkasliikenteisillä teillä (taulukko 1). Vuosien 2003 ja 2004 PTM mittauksiin perustuen tasaisuuden kuntotavoiterajan ylittää 3.8 % vähäliikenteisistä teistä.

Taulukko 1. Tasaisuuden (IRI) kuntotavoiterajat. Noin 30 % vähäliikenteistä teistä ohjenopeus on 30-60 km/h ja yli 2/3:lla 70-80 km/h.

Nopeusrajoitus	KVL ≤ 1500	KVL > 1500
≤ 60 km/h	6.5 - KVL / 750	4.5
70 - 80 km/h	5.5 - KVL / 750	3.5
100 km/h	4.5 - KVL / 833	2.7
120 km/h	3.5 - KVL / 1000	2.0

IRI:n informatiivisuus on koettu ongelmalliseksi ylläpidon ohjauksen kannalta. Sadalle metrille "keskimääräisenä" arvona esitettävä arvo voi ääriesimerkein muodostua jopa yksittäisestä poikkeuksellisen suuresta epätasaisuudesta tai arvo voi "kertyä" 100 m matkalla olevista suhteellisen vähän ajomukavuutta haittaavista epätasaisuuksista. Lisäksi yksittäisten ajomukavuutta ja liikenneturvallisuutta heikentävien (routa)heittojen määrittäminen ja tarkka paikantaminen ei onnistu IRI:n avulla.

Kuntotietorekisteriin onkin hyödyllistä lisätä uusi tasaisuuden tunnusluku (tai tunnuslukuja), millä ilmaistaan yksittäisten heittojen määrä 100 m tieosalla. Tunnusluku perustuu lyhyeltä jaksolta (10 m) määritettävälle IRI-arvolle, jolloin heiton sijainnista ja suuruudesta voidaan varmistua.

Yksittäisille heitoille asetettiin kaksi erillistä raja-arvoa; suurempi kuvaamaan heittokohtia, jotka yksittäisinäkin olisivat potentiaalisia korjauskohteita ja alhaisempi kuvaamaan tilannetta, missä tieverkolle sallitaan tietty pienehkö määrä kyseisen suuruisia heittoja (taulukko 2). Sopivien raja-arvojen valinta edellyttää tunnusluvun vaihteluvälin ja jakauman tilastollista tarkastelua tieverkolla. Raskaalle liikenteelle yksittäisistä heitoista aiheutuvan haitan näkökulmasta kriteerien tulee olla tiukempia kuin henkilöautoilla. Paras ajankohta yksittäisten heittojen määrittämiselle olisi keväällä ennen routanousujen pienemistä.

Taulukko 2. PTM mittausten 10m IRI -arvoista määritettävien yksittäisiä heittoja kuvaavien tunnuslukujen alustavat raja-arvot.

Heitto -tunnusluku	Alustava raja-arvo potentiaalisille korjauskohteille
Yksittäinen suuri heitto 100 m:llä	> 14 mm/m
Haitallisten heittojen lukumäärä; 3 kpl / 100 m	> 10 mm/m

3.33 Poikkisuuntainen epätasaisuus

Tien poikkisuuntainen epätasaisuus heikentää tienkäyttäjän näkökulmasta liikenneturvallisuutta, varsinkin ohitus- ja väistötilanteissa. Poikkisuuntainen epätasaisuus havaitaan deformatiivisena (leveneminen, reunapainumat, urautuminen), millä perusteella sen kehittymistä voidaan käyttää eräänä rakenteellisen kunnan kehittymisen mittarina.

Poikkisuuntaista epätasaisuutta kuvaavista PTM mittaustiedoista ylläpidon ohjauksessa hyödynnetään nykyisellään urasyvyyttä. Se soveltuu parhaiten käytettäväksi päätiestöllä ja muilla vilkasliikenteisillä teillä, missä urat ovat pääasiallisin toimenpiteiden syy. Alemmalla tieverkolla urasyvyys ei kuvaa kuntotilan kehittymistä tyydyttävällä tavalla, eikä siten ole määräävä kuntokriteeri. PTM mittaustiedoista alemman tieverkon ylläpidon tarpeiden kannalta potentiaalisimmaksi tunnusluvuksi on osoittautunut harjanne.

Ajourien välinen harjanteen korkeus -parametrin (harjanne_ka) alustavien raja-arvojen arvioinnissa päädyttiin määrittelemään kunnan tavoitetaso vähäliikenteisimmän tiestön osalta liikennemäärän suhteen muuttuvaksi. Poikkisuuntainen epätasaisuus lisääntyy voimakkaasti KVL vähentyessä. Kun raja-arvo asetetaan (suurinkaan piirtein) noudattelemaan parametrin jakaumaa, asetetun tavoitetaso ylitykset saadaan määriteltä tasaisesti liikennemäärän suhteen. Liikennemäärän pienentyessä lieventyvä raja-arvo sallii siis suuremman epätasaisuuden alhaisen liikennemäärän tieverkolla.

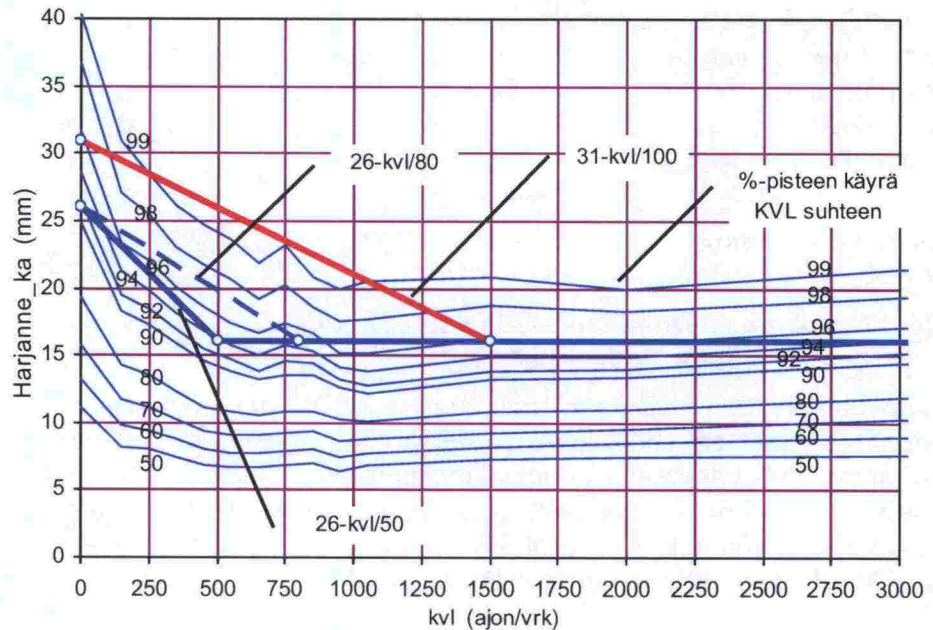
Raja-arvon lähtökohdaksi oletettiin vakioarvo 16 mm ja vähäliikenteisimmälle tieverkon osalle raja-arvo asetettiin lineaarisesti liikennemäärän suhteen muuttuvaksi. Vaihtoehtoisesti erilaisista määrittämisistä nostettiin esiin tapauk-

set, missä raja muuttuu lineaariseksi liikennemäärillä 500, 800 ja 1500 ajon/vrk (taulukko 3).

Taulukko 3. Harjanne_ka alustavia raja-arvon vaihtoehtoja.

VE raja-arvo	Lineaarinen raja		Vakio raja	
VE I	KVL 0-1500	31- KVL / 100	KVL yli 1500	16 mm
VE II	KVL 0-800	26- KVL / 80	KVL yli 800	16 mm
VE III	KVL 0-500	26- KVL / 50	KVL yli 500	16 mm

Vaihtoehtoista parhaiten KVL suhteen määritettyjen jakaumakäyrien muotoa noudattelee VE III, missä raja-arvo muuttuu lineaariseksi KVL 500 ajon/vrk kohdalla (kuva 6). Tällöin raja-arvon ylittävien 100-metrinen osuus on 4.9 %, kun aineistona on vuosien 2003 ja 2004 PTM mittaukset vähäliikenteisillä teillä. Päällystetyypeittäin tarkasteltuna VE III raja-arvon ylittävien 100-metrinen suhteellinen osuus on suurin SOP teillä, lähes 14 %. PAB-V teillä ylitysten osuus on noin 4 % sekä PAB-B ja AB teillä noin 3 %.



Kuva 6. Harjanne_ka alustavia raja-arvon vaihtoehtoja (aineisto; PTM 2003 ja 2004, vähäliikenteiset tiet).

Kunnostamisen kiireellisyyden ja kunnostusmenetelmän valinnan kannalta myös harjanteen kasvunopeudella on merkitystä. Ongelmana on se, että harjanteen korkeuksia on määritetty PTM autolla vasta vuodesta 2003 lähtien. Tästä syystä harjanteen kasvunopeus joudutaan toistaiseksi arvioimaan yhden mittauksen perusteella.

Kapeille teille on tyypillistä merkittävä alkuharjanne heti päällystämisen jälkeen, mikä selittyy vähäisestä reunatuesta johtuvana reunan painumisena sitomattomia kerroksia ja päällystettä tiivistettäessä. Kestoikä-tutkimuksen koealueilla manuaalisesti tehtyjen profilometrimittausten perusteella alkuharjanne on keskimäärin luokkaa 5-7 mm kapeilla PAB-V teillä. Kahtena ensimmäisenä vuotena harjanteen kasvunopeus on tyypillisesti suurempaa kuin myöhemmin. Tämän jälkeen harjanteen kasvunopeus on lähes lineaar-

rista. Vähäliikenteisillä iäkkäillä ja kapeilla teillä harjanteen kasvunopeus voidaan karkeasti määrittää tässä vaiheessa vähentämällä mitatusta harjanteen korkeudesta oletettu alkuharjanne ja jakamalla erotus mittausajankohtaa vastaavalla päällysteen iällä määritettynä edellisestä toimenpiteestä. Alustavasti ennen tarkempia selvityksiä alkuharjanteen korkeuden voidaan olettaa olevan 5 mm PAB-V teillä.

Viime kädessä harjanne tunnusluvun raja-arvojen valinta riippuu Tiehallinnon suhtautumisesta vähäliikenteisten teiden ylläpidon asemaan koko tieverkolla. Sen arviointi, painottuvatko alustavien raja-arvojen mukaiset ylläpito- ja kunnostustoimenpiteet liiaksi kaikista vähäliikenteisimmälle tieverkon osalle (esim. 0-200 ajon/vrk), on vaikeaa, koska tunnusluvun käytöstä ei ole kokemuksia. Tilanne alemmalla tieverkolla on kuitenkin sellainen, että SOP teillä on huomattavan paljon harjanne tunnusluvun(kin) perusteella heikkokuntoisia osuuksia ja SOP teiden liikennemäärät ovat yleensä vähäisiä.

Toimenpiteitä voidaan suunnata "säätämällä" tässä yhteydessä esitettyjä alustavia raja-arvoja tai sallimalla tietyllä tiestön osalle suuremmat poikittaisen epätasaisuuden arvot. Tien käyttäjän kannalta erilaiset raja-arvot SOP ja muulle tiestölle ovat merkityksettömiä, koska heille päällystetyypit eivät erotu toisistaan.

3.34 Vauriosumma

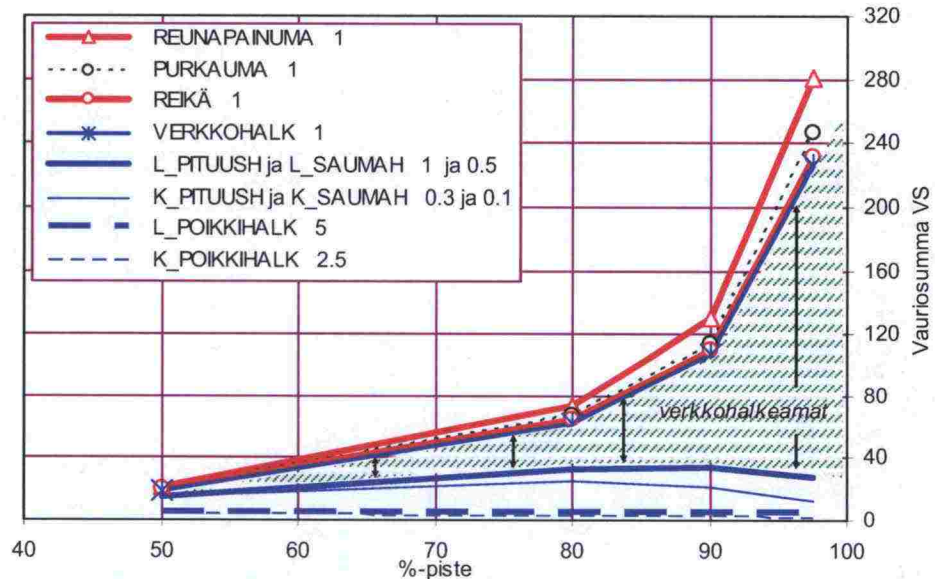
3.341 Nykyinen vauriosumma VS ja sen ongelmat

Vauriosumma VS määritellään laskennallisesti PVI kuntomuuttujista ja sillä kuvataan rikkinäisen päällysteen pinta-alaa m²:ssä 100 m tieosalla. Vauriosummaa hyödynnetään varsin laajamittaisesti ylläpidon ohjauksessa ja vauriosumman sanotaan olevan toimenpiteiden pääasiallinen laukaisukriteeri, kun liikennemäärät ovat suhteellisen pieniä, kokoluokkaa KVL <1500 ajon/vrk [Päällystettyjen teiden kuntotavoitteiden tarkistus, 2000].

Nykyisin käytössä oleva vauriosumma VS on lähinnä tekninen tunnusluku, joka ottaa heikosti huomioon tienkäyttäjän palvelutason, toisin sanoen ajomukavuuden. Verkkohalkeamat selittävät vauriosumman arvon lähes 80 %:sti ja lähes 100 % selitysaste saavutetaan, kun muuttujina käytetään verkkohalkeamia, reunapainumia, purkaumia sekä kapeita ja leveitä pituushalkeamia (kuva 7). Nämä tekijät kuvaavat vain vähäisesti päällystevaurioista ajomukavuudelle aiheutuvaa haittaa. Verkkohalkeamat yksittäisenä tekijänä eivät useinkaan heikennä kohteen ajettavuutta. Ajomukavuusselvityksessä autoilijat kirjasivat yleensä verkkohalkeamat haitallisiksi kohdissa, missä esiintyi yhtäaikaista monenlaisia pintavaurioita, kuten pituus- ja poikkihalkeamaa, reunapainumaa, reikiä tai selviä muutoksia poikkileikkauksessa (urautuneisuutta, deformaatumista, latistumista tms.).

Purkaumasta ei ole juurikaan haittaa ajomukavuudelle, korkeintaan se havaitaan ajoneuvossa tienpinnan karkeutena. Reunapainuma on useimmiten ajoturvallisuuteen vaikuttava tekijä. Kapeita pituus- ja saumahalkeamia au-

toilija tuskin huomaa, eivätkä ne haittaa ajomukavuutta. Leveistä pituus- ja saumahalkeamista on haittaa, jos ne ovat pykälällä.



Kuva 7. Eri vauriotyyppien osuus vauriosummasta VS (kumulatiivinen ja-kauma) sekä päällystevaurioiden painokertoimet.

Reiät sekä kapeat ja leveät poikkihalkeamat, jotka suurimmalta osaltaan ovat ajomukavuuden kannalta merkityksellisimpiä tekijöitä, ovat käytännössä merkityksettömiä vauriosumman määrittämisen kannalta. Poikkihalkeamien lukumäärä on tilastollisesti suhteellisen vähäinen, mutta lähes jokaisen kulkusuuntaan poikittaisen halkeaman ajomukavuudelle aiheuttama haitta on ilmeinen. Päällysteen reikäisyyden painoarvo vauriosummassa on hyvin pieni, kun sitä vertaa esim. kapeiden pituushalkeamien määriin, joiden merkitys ajettavuuden kannalta on erittäin vähäinen.

Ajomukavuuteen liittyviä tekijöitä tarkasteltaessa tulee useimpien pintavauriotyyppien osalta samalla puhua myös vaurioiden erilaisesta vakavuudesta, vrt. esimerkiksi samalla tavalla painotetut purkauma-m², verkkohalkeama-m² ja reikä-m². Toisena esimerkkinä on kapeiden ja leveiden halkeamien keskinäinen painotus. Toisin sanoen mitä enemmän vauriotyyppi haittaa ajomukavuutta sitä vakavammasta rakenteellisesta vauriosta on myös kyse.

3.342 Tienkäyttäjän ajomukavuutta painottava vauriosumma VS_t

Ajomukavuustutkimusten perusteella tienkäyttäjien kannalta haitallisimpia päällystevaurioita ovat reiät, heikkolaatuiset paikkaukset, erilaiset pykälällä olevat halkeamat ja reunapainumat. Ajomukavuustutkimuksien ja kuntorekisterin PVI tietojen analysointien pohjalta arvioitiin, minkälaisia muutoksia parempi asiakaslähtöisyyden huomioon ottaminen edellyttää vauriosumman määrittämisen periaatteisiin ja vauriotyyppien painokertoimiin. Tavoitteena oli löytää päällystevaurioille painokertoimet, joiden perusteella eri vauriotyyppien osuudet ovat suhteellisen samaa kokoluokkaa, erityisesti korostamatta mitään yksittäistä vauriotyyppiä.

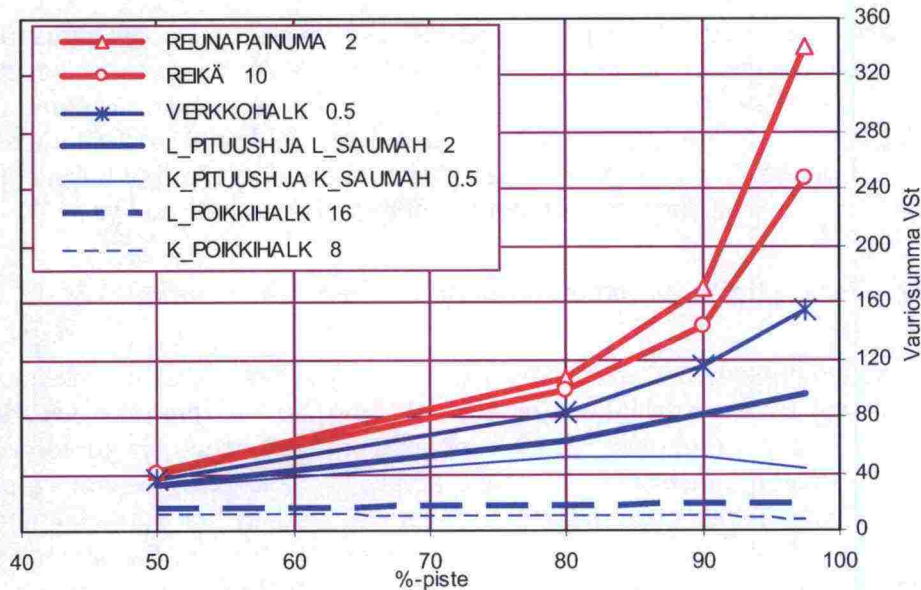
Analyyksien "lopputuotteena" tienkäyttäjän ajomukavuutta heikentävät tekijät paremmin huomioon ottavalle vauriosummalle VSt määriteltiin painokertoimet (taulukko 4).

Taulukko 4. Asiakslähtöisyyttä painottavan vauriosumman VSt painokertoimet.

Vauriotyyppi	VS (nykyinen)	VSt (ajomukavuustutkimusten ja kuntorekisteri tarkastelujen perusteella)
Reunapainuma	1	2
Purkauma	1	–
Reikä	1	10
Verkkohalkeamat	1	0.5
Kapeat pituushalkeamat	0.3	0.5
Leveät pituushalkeamat	1	2
Kapeat saumahalkeamat	0.1	0.5
Leveät saumahalkeamat	0.5	2
Kapeat poikkihalkeamat	2.5	8
Leveät poikkihalkeamat	5	16

Merkittävimpinä muutoksina on verkkohalkeamien sekä kapeiden pituus- ja saumahalkeamien kertoimien muuttaminen arvoon 0.5 sekä toisaalta reikien kertoimien kasvattaminen 10:een ja leveiden poikkihalkeamien kertoimen kasvattaminen 16:sta. Purkaumaa ei sisällytetty VSt yhtälöön. Jos purkauma syystä tai toisesta halutaan sisällyttää yhtälöön, sen painokerroin tulee asettaa hyvin alhaiseksi (korkeintaan verkkohalkeamien tasolle). Purkaumaa esiintyy usein paikallisesti, suurina m²-määrinä, minkä vuoksi ko. tieosuuden vauriosumma voi kohota perusteettomasti erittäin suureksi.

VSt kertoimilla eri päällystevaurioiden osuus muodostuu suhteellisen tasapainoiseksi (kuva 8). Ainoastaan poikkihalkeamien merkitys jää hieman muita alhaisemmaksi, mikä johtuu siitä, että poikkihalkeamien lukumäärä 100 m tieosuutta kohti ei juurikaan suurene jakauman "pahinta" päätä kohti).



Kuva 8. Eri vauriotyyppien osuus asiakslähtöisyyttä painottavassa vauriosummassa VSt (kumulatiivinen jakauma).

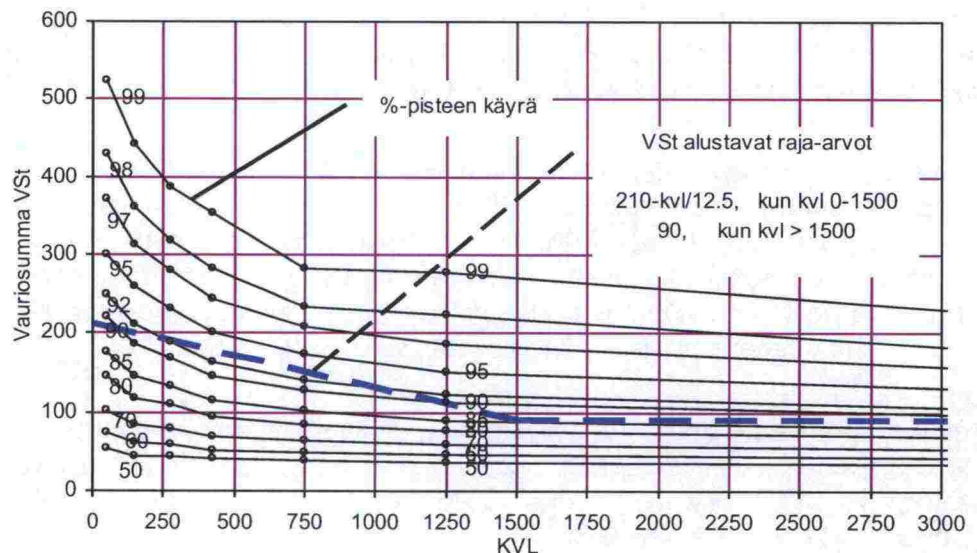
Poikkihalkeamien (leveiden) painokerrointa ei ole kuitenkaan järkevää kasvattaa suhteettoman suureksi, koska ei ole tarkoituksen mukaista kohottaa yhden vauriotyyppin merkitystä liian dominoivaksi koko jakauman alueella.

VSt:lle on määritelty alustavat raja-arvot, jotka sallivat suuremman vauriomäärän vähäisillä liikennemäärillä eli kriteeri muuttuu lineaarisesti KVL välillä 0-1500 ajon/vrk ja saa vakioarvon yli 1500 liikennemäärillä (taulukko 5 ja kuva 9). Ne on valittu liikennemäärän ja vauriojakauman suhteen vastaaviksi kuin nykyisessä VS systematiikassa. VSt rajan ylittää 8.4 % vähäliikenteisen tieverkon 100 m tieosista, mikä on 0.2 %-yksikköä vähemmän kuin VS:lla.

Taulukko 5. VSt alustavat raja-arvot.

Liikennemäärä	Alustava raja-arvo
KVL 0-1500 ajon/vrk	$210 - KVL / 12.5$
KVL yli 1500 ajon/vrk	90

Tienkäyttäjän palvelutasoa painottava vauriosumman tunnusluku VSt korostaa hieman enemmän SOP teitä tekniseen vauriosummaan VS verrattuna. Lisäksi heikkokuntoisten, raja-arvot ylittävien 100 m tieosien sijainti kuitenkin muuttuu tietyiltä osin. Noin 40 % VSt alustavien raja-arvojen ylityksistä on eri 100 m:llä kuin VS tunnusluvulla.



Kuva 9. VS alustavat raja-arvot (aineisto; vähäliikenteiset tiet).

Viime kädessä VSt raja-arvojen valinta riippuu Tiehallinnon suhtautumisesta vähäliikenteisten teiden ylläpidon asemaan koko tieverkolla. Jos alustavien raja-arvojen mukaiset ylläpito- ja kunnostustoimenpiteet painottuvat ylläpidon ja hoidon ammattilaisten mielestä liiaksi vähäliikenteisimmille teille, raja-arvoja on muutettava.

Rajojen "säätämiseen" on kaksi periaatteellista tapaa; toisessa nostetaan vain teoreettista KVL 0 ajon/vrk rajaa ja toisessa nostetaan koko raja-arvokäyrän tasoa hieman kautta linjan. Tarvittaessa voidaan kaikkein vähäliikenteisimmälle tiestölle (esim. 0-200 ajon/vrk) käyttää esitettyä lievempää heikkokuntoisuuden määrittäysperustetta.

3.4 Ylläpidon ohjelmointikäytäntöjen ja kuntomittausten kehittämistarpeet

Vähäliikenteisillä teillä ylläpidon ohjelmoinnin työkaluina tulisi käyttää IRI, Harjanne_ka ja VSt kuntomuuttujia. Edellä esitetyt kuntomuuttujien raja-arvotarkastelut on tehty 100 m arvoja käyttäen. Ylläpidon ohjelmointi tullaan kuitenkin suorittamaan nykyisen käytännön mukaisesti siten, että yksittäinen heikkokuntoinen 100 m ei vielä aiheuta toimenpiteitä, vaan toimenpiteiden aloittaminen edellyttää pidempiä kunnostusjaksoja. Jotta uuden menettelyn käyttöönottovaiheessa pystytään tieverkolta poimimaan kriittisimmät kunnostuskohteet, joudutaan esitetyjä reunaehtoja mahdollisesti alkuvaiheessa tiukentamaan kiireellisimpien kohteiden löytämiseksi.

Pituussuuntaisen epätasaisuuden kuntomuuttujat perustuvat IRI mittauksiin. Tässä yhteydessä esitettyjen ehdotusten mukaisesti 100 m IRI määritys ja kuntotavoitteet pysytetään entisellään, joten IRI tasaisuus tunnusluvun osalta ei ole ensisijaisia muutostarpeita.

Toinen IRI mittauksiin perustettava kuntomuuttuja on yksittäiset heitot, joiden määrittäminen edellyttää laskenta-algoritmin kehittämistä ja viemistä PTM-ajoneuvon mittausohjelmistoon. Laskenta-algoritmilla muodostetaan ensin jatkuvasta pituusprofiilista 10 m IRI arvot, minkä jälkeen ko. arvoista tulostetaan maksimiarvo ja 10 mm/m ylittävien arvojen (heittojen) lukumäärä normaalialueen kuntorekisterin raportointiväliä eli 100 metrin tieosaa kohti.

Menettely edellyttää kahden uuden sarakkeen lisäämistä kuntorekisteriin sekä kahden uuden kuntomuuttujan määrittelemistä kuntotavoiterajoineen ylläpidon ohjelmointijärjestelmään (PMSpro); sarake yksittäisten suurten heittojen paikallistamiseksi (alustavana kuntotavoiterajana 14 mm/m) ja sarake haitallisten heittojen lukumäärän kirjaamiseksi (alustavana kuntotavoiterajana 3 kpl) sadan metrin tieosalla (vrt. kohta 3.32 edellä).

Kesän PTM -mittauksien perusteella ei voida täysin luotettavasti selvittää talvella ja roudan sulamiskaudella tieverkolla esiintyviä yksittäisiä haitallisia heittoja. Tämä on yksi syy, minkä vuoksi kevätIRI -mittauksia tulisi tehdä myös vähäliikenteisellä tieverkolla.

Poikkisuuntaisen epätasaisuuden tunnusluvun Harjanne_ka lisääminen ylläpidon ohjelmointiin päätöksentekoa avustavien kuntomuuttujien listalle ei edellytä muutoksia PTM mittauskäyttöön eikä kuntorekisteriin. Menettely edellyttää kuitenkin kuntomuuttujan määrittelyä kuntotavoiterajoineen päällystettyjen teiden ylläpidon ohjelmistoon. Alustavat kuntotavoiterajat on esitetty edellä kohdassa 3.33.

Uuden, paremmin tienkäyttäjän kokeman palvelutason huomioon ottava, vauriosumman tunnusluvun VSt käyttöönotto ei edellytä ensivaiheessa muutoksia PVI -menettelyyn. Se vaatii kuitenkin uuden sarakkeen luomista kuntorekisteriin, mihin VSt arvo määritetään laskennallisesti PVI -tuloksista sekä VSt kuntomuuttujan määrittelemistä kuntotavoiterajoineen ylläpidon ohjel-

mointijärjestelmään teknisen vauriosumman VS rinnalle tai korvaajaksi. Rinnakkaisena muuttujana käyttö voi aiheuttaa sekaannusta, koska huomattava osa valikoituvista kohteista ovat eri teitä.

Sinänsä tietyt muutokset subjektiiviseen PVI -käytäntöön (ennen automatisoidun mittausmenettelyn käynnistämistä) ovat toivottuja. Ehkä ongelmallisin epäkohta inventoinneissa liittyy päällystevaurioiden vakavuusasteeseen ja nimenomaan sen määrittelemättömyyteen. Esimerkiksi nykyisin käytössä olevan vauriosumman VS lähes kokonaan määrittelevän tunnusluvun verkkohalkeama vakavuus vaihtelee hyvin suuresti, eikä sitä oteta millään tavalla huomioon.

Verkkohalkeama voi haitattomimmillaan esiintyä ns. hiushalkeamaverkkona, kun taas toisessa ääripäässä verkkohalkeaman ja reikäsarjan toisistaan erottaminen on hyvin vaikeaa. Tämän lisäksi on päällysteen vanhenemisesta johtuvaa verkkohalkeamaa, epäviralliselta termiltään päällysteen korppuuntumista, mikä sinänsä ei ole kovinkaan haitallista vähäliikenteisillä kohteilla, koska se yleensä esiintyy tieosuuksilla, missä rakenne on muutoin kantava ja hyvässä kunnossa. Kaikki nämä ääriyypit vaikuttavat samalla painoarvolla ylläpitotoimenpiteiden ohjelmointivaiheessa.

Sama vakavuusasteongelma vaivaa tietyiltä osin myös erilaisten halkeamien kohdalla. Kapeat ja leveät halkeamat eritellään kyllä inventointivaiheessa, mikä sinänsä on hyvä asia. Halkeamien todella ajomukavuutta heikentävä vaikutus (pykälällä olevat, "hakkaavat" halkeamat) tulisi pystyä kuitenkin ottamaan jollakin tapaa huomioon.

Yhtenä kehittämisvaihtoehtona on, sekin että kapeita halkeamia (ja purkaumaa) ei inventoida ollenkaan, jos ne eivät ole pykälällä tai inventointitulosia ei hyödynnetä vauriosummassa, koska hiushalkeamatyyppiset vauriot eivät heikennä millään tavalla tienkäyttäjien palvelutasoa.

Ajomukavuustutkimuksissa erittäin merkittäväksi palvelutasoa heikentäväksi tekijäksi osoittautuivat heikkolaatuiset paikkaukset. Paikkausten heikkolaatuisuus tulee esiin kahdella eri tavalla. Jos paikkausmateriaalin pysyvyys on heikkoa, ongelmaksi muodostuu irtonainen, tien pinnalla pyörivä, paikkausmateriaali. Toisaalta paikkauksen pysyvyys voi olla aivan hyvällä tasolla, mutta paikkauksen tai paikkaussarjan kohdalla päällysteen pinta on niin epätasainen, että autoilijat joutuvat hiljentämään huomattavasti ja tekemään väistöliikkeitä.

Heikkolaatuiset paikkaukset ovat siis hyvinkin verrattavissa päällysteen pinnan reikiintymiseen tienkäyttäjän palvelutason näkökulmasta. Tämän vuoksi ajomukavuutta haittaavat paikkaukset tulee saattaa päällystevaurioinventoinnin piiriin, joko omana uutena kuntomuuttujana tai yksinkertaisemmin inventoimalla ne rei'iksi.

3.5 Ylläpitotoimenpiteiden valinta

3.51 Valintaan vaikuttavat tekijät

Vähäliikenteisten päällystettyjen teiden ylläpidon toimenpiteiden valintaan vaikuttavat useat eri tekijät:

- Palvelutaso
- Liikenneturvallisuus
- Päällystekierto
- Homogeenisuus
- Taloudellisuus
- Liikenteellinen merkitys

Tienkäyttäjän kannalta tärkeimmät tekijät ovat palvelutaso ja liikenneturvallisuus. Tienomistajan kannalta tärkein tekijä on taloudellisuus, mikä riippuu mm. toimenpiteiden kestävydestä ja tien homogeenisuudesta. Tien liikenteellinen merkitys vaikuttaa sekä tienkäyttäjän odotuksiin palvelutasosta että tienomistajan rahallisiin panostuksiin.

3.52 Valintakriteerien periaatteet

Ohjelmointitasolla ehdotetut toimenpiteet pohjautuvat yksinomaan rekisteissä oleviin pintakuntoa kuvaaviin tunnuslukuihin ja vaurioitumisnopeuksiin. Tien pintakunnon (ja sen kehittymisen) perusteella voidaan määrittää osuudet, jotka ovat (tai tulevat lähiaikoina olemaan) niin heikkokuntoisia, että tarvitaan kunnostustoimenpiteitä.

Kunnon lisäksi vaurioitumisnopeudella tulee olla suuri paino toimenpiteiden valinnassa. Nopeasti vaurioituneet osuudet tulee kunnostaa rankemmin kuin hitaasti vaurioituneet osuudet. Vaurioitumisnopeuden ollessa pieni kunnostamisella pyritään palauttamaan tien pintakunto hyvälle tasolle. Nopeasti vaurioituvilla osuuksilla tarvitaan rakenteen vahvistamista. Nopeasti vaurioituvien kaikkein vähäliikenteisimpien teiden osalta on harkittava myös sora-teiksi palauttamista.

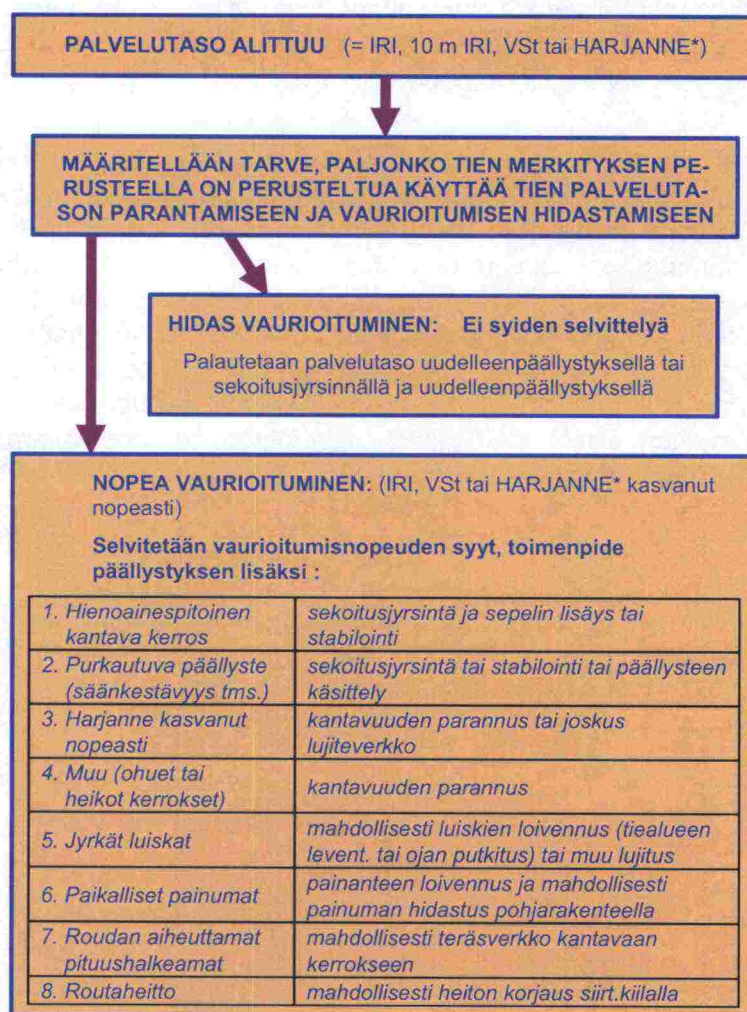
Taloudellisista syistä johtuen rakenteen vahvistamistarve riippuu myös tien liikenteellisestä merkityksestä. Merkityksen kasvaessa yksittäiset huonokuntoiset kohdat tulee korjata, koska ne alentavat koko tien palvelutasoa. Tyypillisiä huonokuntoisia kohtia ovat rummut, heitot, pykälällä olevat halkeamat ja sillan päät.

Hanketasolla vähäliikenteisillä teillä maastokäynti on erittäin tärkeä arvioitaessa kohteen kunnostustarvetta ja kunnostusmenetelmää. Varsinkin yksittäisten huonojen kohtien tarkka paikantaminen ja vaikeusasteen arviointi edellyttää maastokäyntiä. Yksittäisten kohtien kunnostustarve ja -tapa tulisi arvioida vaurioitumiseen johtaneiden syiden perusteella. Maastokäynti on myös välttämätön arvioitaessa kuivatuksen toimivuutta.

Vahvistamistarpeen lisääntyessä myös lisämittausten ja -määritysten tarve kasvaa. Jos kunnostustoimenpiteillä pyritään ainoastaan kunnon palauttamiseen, tarve tarkemmille selvityksille on vähäinen.

3.53 Toimenpiteen valinta

Projektiryhmän käsityksen perusteella kunnostustoimenpiteen valinta tulisi tehdä kuvan 10 periaatteita noudattaen. Aluksi arvioidaan kohteet, missä palvelutaso alittuu jonkin pintakuntoa kuvaavan tunnusluvun perusteella. Tien palvelutasoa arvioitaessa on otettava huomioon se, että osa kuntopuutteista esiintyy vain tietyn ajan vuodesta, kuten osa routaheitoista. Yksittäiset heitot alentavat erityisesti raskaan liikenteen palvelutasoa.



* URA, kun KVL > 1500

Kuva 10. Kunnostustoimenpiteen valinnan periaatteet.

Tämän jälkeen arvioidaan tien liikenteellinen merkitys huomioon ottaen, kuinka paljon on perusteltua käyttää tien palvelutason parantamiseen ja vaurioitumisnopeuden hidastamiseen. Joka tapauksessa tietty minimi palvelutaso on ylläpidettävä tien merkityksestä riippumatta.

Toimenpiteen valinta riippuu vaurioitumisnopeudesta ja vaurioitumisen syystä. Vaurioitumisnopeuden ollessa hidas ei tarvita syyn selvittämistä, vaan kunnostuksen vaihtoehtoina ovat uudelleenpäällystys tai sekoitusjyrsintä ja uudelleenpäällystys. Vaurioitumisen ollessa nopeaa vaurioitumisen syyn

selvittäminen on edellytys oikean toimenpiteen valinnalle. Usein vaurioituminen johtuu useasta eri syystä, mikä hankaloittaa toimenpiteen valintaa.

Toimenpiteen taloudellisuus riippuu kunnostuskustannusten lisäksi oleellisesti vaurioitumisnopeudesta, mikä puolestaan vaikuttaa kunnostuksen kestoikään. Käytännössä joudutaan usein harkitsemaan, tehdäänkö raskas kunnostaminen, jolloin vaurioitumisnopeus alenee merkittävästi ja kunnostuksen kestoikä on pitkä, vai kevyt kunnostus, joka vaatii uuden kunnostuksen lyhyehkön ajan jälkeen. Toimenpiteen tulee toimia joka tapauksessa tietyn minimi ajan eli säilyttää vähintään minimi palvelutaso, jotta uudelleen kunnostamista ei tarvitse tehdä nopeasti.

Vaurioitumisnopeutta arvioitaessa on otettava huomioon se, että routimisesta ja liikennekuormituksesta tai painumisesta johtuvat vaurioitumiset kehittyvät erilailla. Routimisesta johtuva vaurioituminen, kuten pituushalkeilu riippuu oleellisesti toimenpiteen elinkaaren aikaisesta maksimi pakkasmäärästä eikä niinkään ajasta. Tästä syystä routimisesta johtuvaa vaurioitumista kunnostettaessa pyritään estämään vaurioitumisen uudelleen esiintyminen toimenpiteen jälkeen. Liikennekuormituksesta tai painumisesta johtuva vaurioituminen, kuten poikkisuuntainen epätasaisuus kehittyy yleensä säännönmukaisesti aikaa myöten. Edellä mainituista syistä johtuen kunnostustoimenpidettä valittaessa on oleellista pystyä erottamaan routimisesta johtuva vaurioituminen muista syistä johtuvasta vaurioitumisesta

Yksittäisten heikkokuntoisten kohtien kunnostamisen priorisoinnissa on otettava huomioon tienpitäjän elinkaarikustannusten (kunnostuskustannusten ja kestävyys) lisäksi palvelutasopuutteen yllätyksellisyys ja haitta-aika. Liikenneturvallisuuden kannalta yllätykselliset puutteet, jotka aiheuttavat voimakasta ajonopeuden alentamista ja/tai äkillistä ajolinjojen muuttamista ovat vaarallisia.

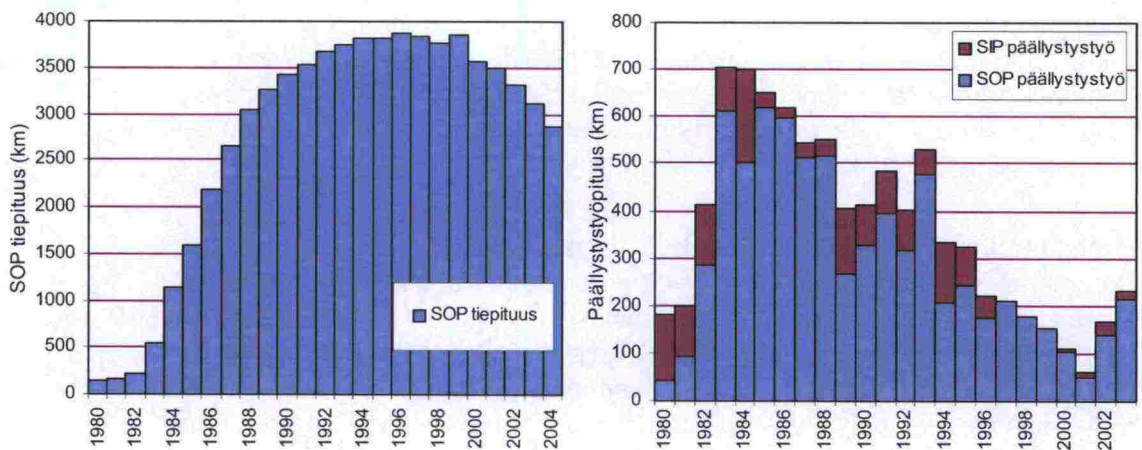
4 SORATIEN PINTAUKSET

4.1 SOP tieverkko ja ylläpidon vaihtoehdot

Sorateiden pintaukset on aikoinaan otettu käyttöön sorakulutuskerroksen vaihtoehdoksi, lähinnä pölyämisen vähentämiseksi ja vuosittaisten hoitokustannusten pienentämiseksi. Alunperin SOP pintaauksille asetetut vaatimukset eivät olleet järin korkeita, mutta ajan saatossa liikennemäärien ja kaluston suuretessa sekä toisaalta tienkäyttäjien vaatimustason noustessa odotukset pintausten laadulle ja kestoille ovat nousseet. Pintausten laatu ja rakentamismenetelmät ovat jossain määrin kehittyneet, mutta realismia on, että suuremman harppauksen seurauksena myös rakentamiskustannukset tulevat nousemaan, mikä ei vastaa pinnoitteen käytölle asetettuja tavoitteita.

SOP pintaauksella tarkoitetaan sitomattomalle alustalle bitumisella sideaineella liimattua ohutta murskekerrosta. Vanhalle päällysteelle tai pintaaukselle vastaavalla tavalla tehtyä uutta pintausta nimitetään puolestaan sirotepintaukseksi SIP. Päällysteiden suunnitteluohjeissa pintaauksia ei luokitella päällysteiksi.

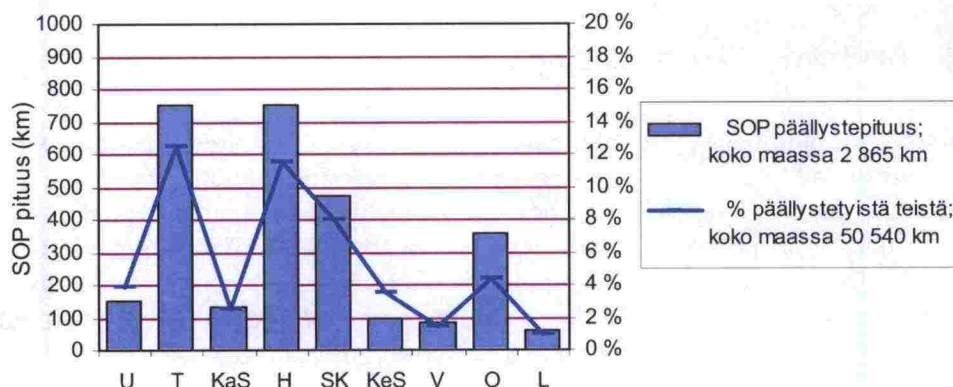
Vuoden 2004 tilanteessa SOP tieverkon pituus on 2 865 km eli noin 6 % päällystetystä tieverkosta (kuva 11). 2000-luvun puolella SOP pinnoitettu tieverkko on lyhentynyt lähes 1 000 km:llä, mikä tarkoittaa keskimäärin 200 km vuosittaista vähenemää.



Kuva 11. SOP tiepituuden kehittyminen ja vuosittaiset päällystetyöpituudet 1980-luvun alusta lähtien. [Tietilasto 2003]

Tiepiireittäin tarkasteltuna SOP pintaauksia on enemmässä määrin vain muutamien tiepiirin alueilla; Turun ja Hämeen tiestöllä 750 km, mikä vastaa noin 12 % piirien päällystetystä tieverkosta; Savo-Karjalassa 470 km eli 8 % päällystepituudesta ja Oulun alueella 360 km eli noin 4 % päällystepituudesta (kuva 12). Tiepiirien palautteen perusteella pintausta ei suurimmassa osassa piireistä enää pidetä suositeltavana toimenpiteenä, koska laadun ja pysyvyyden ei katsota olevan tarpeeksi hyvällä tasolla, minkä seurauksena siedettävän palvelutason ylläpitäminen edellyttää "oikeisiin" päällysteisiin ver-

rattuna suurempia hoitokustannuksia (paikkaukset) ja nopeampaa päällystyskiertoa.



Kuva 12. SOP tieverkon pituus tiepiireittäin. [Yleiset tiet 1.1.2004]

Parhaimmillaan SOP tieverkon pituus oli yli 3 800 km ja pintauksia levitettiin 600-700 km/vuosi. Tällä vuosituhanella pintauksien vuosittaiset päällystystyöpituudet ovat vaihdelleet muutamasta kymmenestä kilometristä noin 200 km/vuosi. Jopa 96 %:lla SOP teistä liikennemäärä on alle 350 ajon/vrk eli varsin vähäinen.

SOP teiden ylläpidon muina vaihtoehtoina ovat parantaminen PAB-V päällysteiseksi tieksi tai muuttaminen soratieksi. Tienkäyttäjän kannalta PAB-V ja SR tiet eroavat selvästi toisistaan. Päällystetyn tien palvelutaso ei ole niin riippuvainen vuodenajasta ja vallitsevista sääolosuhteista kuin SR tiestöllä. Päällystetyt tiet ovat pinnan tasaisuuden ja pysyvyyden vuoksi ajomukavuudeltaan parempia kuin soratiet. Hoitotoimenpiteillä päällystettyjen teiden palvelutasoa ei pystytä kuitenkaan täysin palauttamaan. Ajan saatossa päällystettyjen teiden palvelutasoa eniten heikentäviä pintakuntotekijöitä ovat reiät (ja heikkokuntoiset paikkaukset) sekä erilaiset pykälällä olevat halkeamat.

Sorateiden yhteydessä voidaan puhua päivän kunnosta, mikä riippuu paitsi vuodenajasta, säätilasta myös hoitotoimenpiteiden kohdistamisesta. Keväällä palvelutasoa alentaa tien pehmeneminen ja epätasaisuus, ts. kelirikko ja routaheitot. Kesällä haittatekijöinä ovat yleisimmin kuopat sekä muut epätasaisuudet (pinnan aaltoileminen, nimismiehen kiharat), irtokivet (pinnan heikko kiinteys) ja pölyävyys (pinnan kuivuminen). Syksyllä ja muutoinkin poikkeuksellisen sateisella kaudella palvelutasoa alentaa tien kuraisuus ja irtokivet, jopa pintakelirikko.

Päällystetyypin valinnan lähtökohdaksi on ohjeistuksessa [Päällysteiden suunnittelu, 1997] annettu PAB-V osalta liikennemääräväli 200...1500 ajon/vrk (SOP 0...300 ajon/vrk). SR kulutuskerros on tyypillisesti kaikista vähäliikenteisimmän tieverkon osan kulutuskerrostyyppi. Tieyhteyden liikenteellinen ja yhteiskunnallinen merkittävyys voi kuitenkin riippua muistakin tekijöistä kuin pelkästään liikennemäärästä. Vaikuttimina voivat olla myös seudulliset tai paikalliset tekijät, kuten:

- Raskaan liikenteen osuus; suuri ⇔ pieni

- Tienvarren asutus; taajamamainen, lähellä tietä ⇔ harvaan asuttu, etäällä tien varresta
- Tieyhteyden pääasialliset käyttäjät; paikalliset, työpaikkaliikenne, turismi
- Elinkeinoelämän asettamat tarpeet; tieyhteyden varrella olevat pienyritykset, teollisuus, palvelut, matkailu, yms.
- homogeenisuus (päällystettyjen kohtien välillä ei saisi olla sorakohtia)
- verkostollinen asema

Tienpitäjän kannalta PAB-V ja SR tiet eroavat toisistaan kustannuskehityksen kannalta. SOP tien palauttaminen soratieksi on investointikustannuksiltaan varsin alhainen, mutta vuosittaiset hoitokustannukset voivat nousta korkeiksi PAB-V vaihtoehtoon verrattuna. PAB-V tieksi parantaminen edellyttää puolestaan korkeampaa investointipanostusta, mutta vuosittaiset hoitokustannukset jäävät selvästi tyypillistä SR tietä vähäisemmiksi. SOP pintausta sie-tää huominkin alustan muodonmuutoksia kuin PAB-V päällyste.

4.2 Ylläpitotoimenpiteiden kustannustarkastelu

4.2.1 Kustannustarkastelun lähtökohdat

Tienpidon taloudellisuutta mittaavat menetelmät (H/K suhde) on kehitetty pääsääntöisesti teille, joilla on paljon liikennettä. Vähäliikenteisten teiden tienpitoon ne eivät suoranaisesti sovellu. Tienpitotoimia määritettäessä liikenteen luonne ja minimipalvelutasovaatimukset ovat vähäliikenteisillä teillä usein liikennemäärää tärkeämpiä tekijöitä. Vähäliikenteisten teiden ylläpidon ja peruskorjausten yhteiskunnallisen merkityksen arvioiminen merkitsevyys- ja palvelutasoluokituksia hyödyntäen on parhaillaan kehitystyön alla.

Tämän projektin yhteydessä tehdyt kustannustarkastelut perustuvat Tiehallinnon verkkosivuillaan teknisissä ohjeissa esittämään laskentamenettelyyn (sorapu2.xls). Tarkastelussa vertaillaan heikkokuntoisen päällystetyn tien ylläpitotoimenpiteitä, vaihtoehtoina päällystäminen ja kaksi raskaampaa RP-menetelmää sekä soratieksi muuttaminen (palauttaminen) pohjaolosuhteitaan kuivalla, lievästi routivalla ja routivalla kohteella (taulukko 6). Kustannustasot on valittu siten, että laskelmilla pystytään määrittämään realistiset ääriarvot, joiden väliin kokonaiskustannustaso tulee sijoittumaan.

Soratieksi muuttaminen on ainoastaan minimipalvelutason säilyttämiseen tähtäävä toimenpide, mikä edellyttää vain vanhan päällysteen poistamista sekoitusjyrsintänä ja sorakulutuskerroksen rakentamista. RP vaihtoehdoista lievästi routivan kohteen toimenpiteet vastaavat paksun murskekerroksen li-säystä ja/tai siirtymäkiilarakenteita ja/tai stabilointeja ts. suhteellisen järeitä ja usein tasausviivan asemaa nostavia menetelmiä. Routivan kohteen RP on realistinen ylläpidon vaihtoehto vain lyhyellä tiejaksolla ja investointikustannus (yht. ~100 000 €/km) vastannee kohdetta, mikä sisältää massanvaihtoja tarvitsevia kohtia. RP toimenpiteet tähtäävät pelkän liikennöitävyyden säilyt-tämisen lisäksi palvelutason nostamiseen (profiilin muuttaminen, kantavuuden parantaminen, routanousuista aiheutuvien haittojen vähentäminen), mi-

kä jäänee kaikista vähäliikenteisimmällä tieverkolla ylläpitotoimenpiteenä esitetyn kustannustason huomioon ottaen suhteellisen harvinaiseksi.

Taulukko 6. Tarkastelussa käytetyt investointi- ja hoitokustannukset.

Ylläpitotoimenpide	Investointikustannukset	Hoitokustannukset
Uudelleenpäällystys PAB-V	Päällystys 3.5 €/m ²	400 €/km/v
RP + PAB-V (lievästi routiva kohde)	RP 55 000 €/km + Päällystys 3.5 €/m ²	400 €/km/v
RP + PAB-V (routiva kohde)	RP 80 000 €/km + Päällystys 3.5 €/m ²	400 €/km/v
Soratien muuttaminen (kuiva, paljon suolausta vaativa kohde)	Päällysteen purkamis- kustannus 8 400 €/km	1 600 €/km/v
Soratien muuttaminen (routiva kohde)	Päällysteen purkamis- kustannus 8 400 €/km	1 600 €/km/v
Soratien muuttaminen (lievästi routiva kohde)	Päällysteen purkamis- kustannus 8 400 €/km	1 200 €/km/v

Investointi- ja hoitokustannuksien määrittelijöinä ovat toimineet projektinryhmän asiantuntijat. Vertailuaineistona on käytetty S14 projektin yhteydessä tehtyä selvitystä *Vähäliikenteisten teiden hoidon, ylläpidon ja korvausinvestointien kustannukset* [Kuusisto, 2004]. Investointikustannusten tarkasteluajana on käytetty 20 vuotta ja päällysteen kestoikänä 16 vuotta. Korkokanta laskelmissa on 5 % ja investointien (rp) poisto% 3.5 % tasapoistoina.

Ajokustannukset on puolestaan määritelty päivittämällä sorapu2.xls lomakkeen tiedot rakennuskustannusindeksillä (2004=107.8 ; 1990=100). Soratien (pinta)kelirikkoaika on otettu huomioon olettamalla ajokustannusten olevan 1 kuukauden ajan kaksinkertaisia. Ajokustannus soratielle keskimääräistä kuntoluokkaa KL3 käyttäen on näillä perusteilla 51 snt/ajonkm ja vähäliikenteiselle päällystetylle tielle 35 snt/ajonkm.

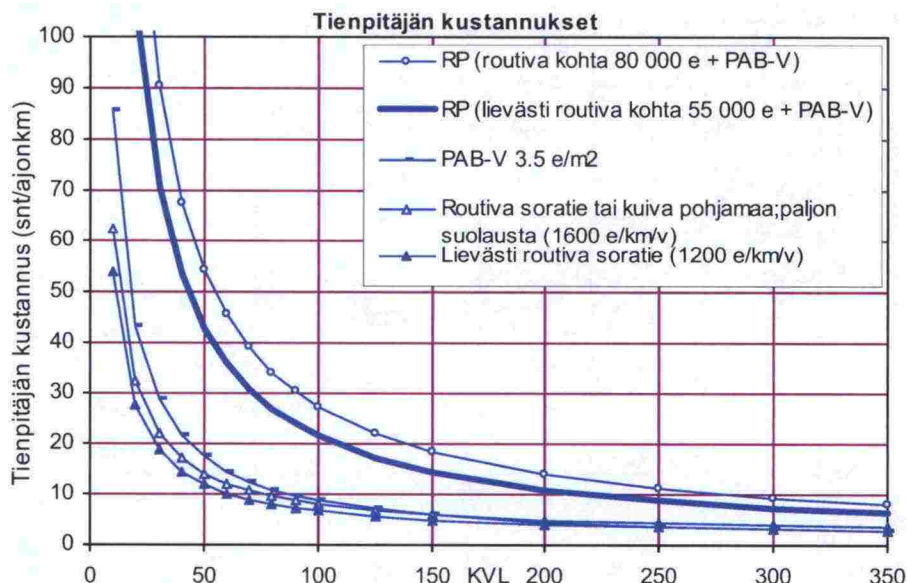
Taloudelliset laskelmat on tehty (srapu2.xls poiketen) nykyarvomenetelmän lisäksi vuosikustannusmenetelmällä, missä investointikustannuksissa (RP, päällystys, jäännösarvo, päällysteen purkaminen) on mukana korko (annuiteetti), mutta hoito- ja ajokustannukset ovat mukana sellaisenaan. Kustannukset on jaettu 8 kuukaudelle vuodessa eli talvikautta ei tarkastella. Rasakas-% on laskelmissa 8 %. Tulokset ilmaistaan snt/ajonkm KVL funktiona.

Laskelmien ja lähtöarvojen tarkkuus huomioon ottaen tulokset ovat suuntaa antavia. Tienrakentamisen investointi ja hoitokustannuksien vaihtelu voi olla huomattavaa samojenkin toimenpiteiden osalta mm. kohteen sijainnin ja bitumin hinnan vaihtelun vuoksi. Lisäksi nykyisessä kilpailutilanteessa "oikeita" hintoja ei ole saatavissa, vaan ne selviävät kullekin kohteelle vasta tarjouskilpailussa. Yhteiskunnalliset kustannukset puolestaan sisältävät aina tietyn keskiarvostamisen ja ne ovat todellisina kustannuksina tulkinnanvaraisia.

4.22 Tienpitäjän kustannukset

Vuosikustannusmenetelmällä pelkästään tienpitäjälle kohdistuvia investointi- ja hoitokustannuksia tarkasteltaessa soratieksi palauttaminen on edullisempi vaihtoehto kuin päällystettynä parantaminen (kuva 13). Kustannusraamien

ääripäiden välillä ero on huomattava, mutta pelkkä PAB-V uudelleenpäällystys muuttuu tienpitäjän kannalta soratieksi palauttamista taloudellisemmaksi vaihtoehdoksi KVL kohdalla 150 ajon/vrk, kun oletusarvona on 1 600 €/km/v soratien hoitokustannukset eli routivilla ja toisaalta kuivilla, paljon suolausta tarvitsevilla kohteilla. Lievästi routivilla kohteilla vastaava KVL raja on 250 ajon/vrk.



Kuva 13. SOP parantaminen PAB-V tieksi ja palauttaminen soratieksi. Tienpitäjän vuosikustannukset.

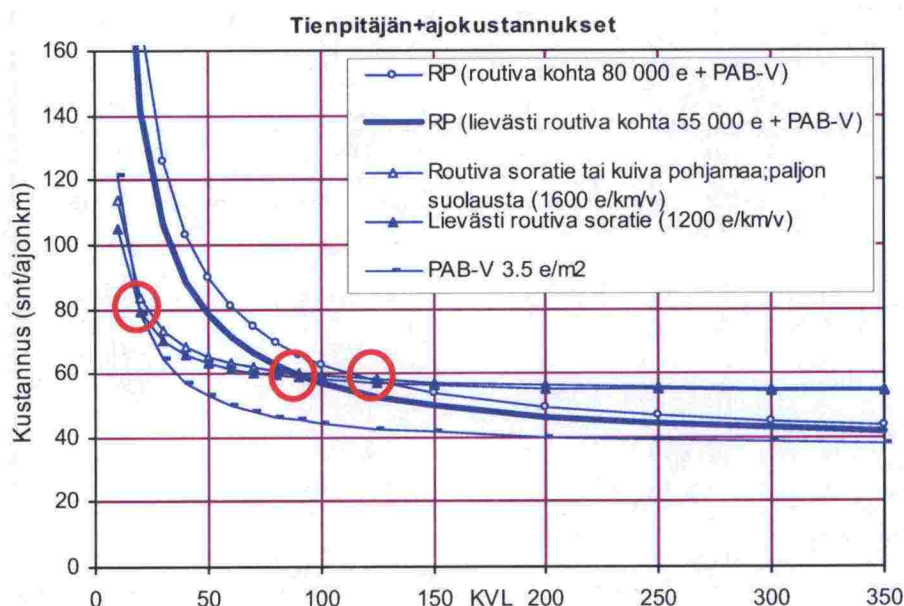
4.23 Tienpitäjän ja tienkäyttäjän kustannukset

Vuosikustannusmenetelmällä tienpitäjän investointi- ja hoitokustannukset sekä tienkäyttäjän ajokustannukset huomioon ottaen soratieksi palauttaminen on edullisempaa kuin PAB-V uudelleenpäällystäminen vasta vähäisillä alle 20 ajon/vrk liikennemäärillä, soratien pohjaolosuhteista riippumatta (kuva 14).

Lievästi routivalla kohteella soratieksi palauttaminen tulee kokonaiskustannuksiltaan taloudellisemmaksi hieman alle 100 ajon/vrk liikennemäärillä, kun ylläpidon vaihtoehtona tarkastellaan 55 000 €/km RP toimenpiteitä. Routivien kohteiden "korjaaminen" palauttamalla ne soratieksi ja kärsimällä korkeista hoitokustannuksista tulee puolestaan kokonaiskustannuksiltaan edullisemmaksi vaihtoehdoksi alle 120 ajon/vrk liikennemäärillä, kun vertailukohdaksi on raskain RP vaihtoehto. Sinänsä raskaiden ja minimitoimenpiteiden (soratien palauttaminen) pitäminen keskenään vaihtoehtoisina ylläpidon toimenpiteinä pahasti routivilla kohteilla on lähinnä teoreettista. Nykyarvomenetelmällä vastaavat KVL rajat ovat hieman korkeampia kuin vuosikustannusmenetelmällä.

Vertailun vuoksi, tilanteessa, missä raskaat RP toimenpiteet vaativat tiealueen leventämistä (investointikustannus 110 000 €/km + PAB-V 3.5 €/m²) vastaava kokonaiskustannusten rajapinta soratieksi palauttamisen kanssa on luokkaa 160 ajon/vrk. Tiealueen leventämisestä aiheutuva keskimäärin

30 000 €/km arvioitu lisäkustannus muodostuu tiesuunnitelman teettämisestä, erilaisten johtolinjojen yms. rakenteiden siirtämisestä ja maa-alueiden lunastamiskustannuksista.



Kuva 14. SOP parantaminen PAB-V tieksi ja palauttaminen soratieksi. Tienpitäjän ja tienkäyttäjän vuosikustannukset.

Ajokustannukset muodostavat huomattavimman osan kokonaiskustannuksista. Kustannusten suuruusluokka ei kuitenkaan ole määräävin tekijä tämän tarkastelun kannalta, vaan kustannusero. Esimerkiksi ajokustannusten suuruus sinänsä ei ole kovinkaan tärkeää, vaan soratien ja vähäliikenteisen päällystetyn tien kustannusten välinen ero, mikä mielestämme ei ole ainaakaan liian suuri ($51 - 35 = 16$ snt/ajonkm). Jos eroa kasvatettaisiin päällystetyn tien kannalta edullisemmaksi, mikä hyvinkin voisi olla realistista, soratieksi palauttaminen joutuisi vielä näissä laskelmissa heikompaan valoon.

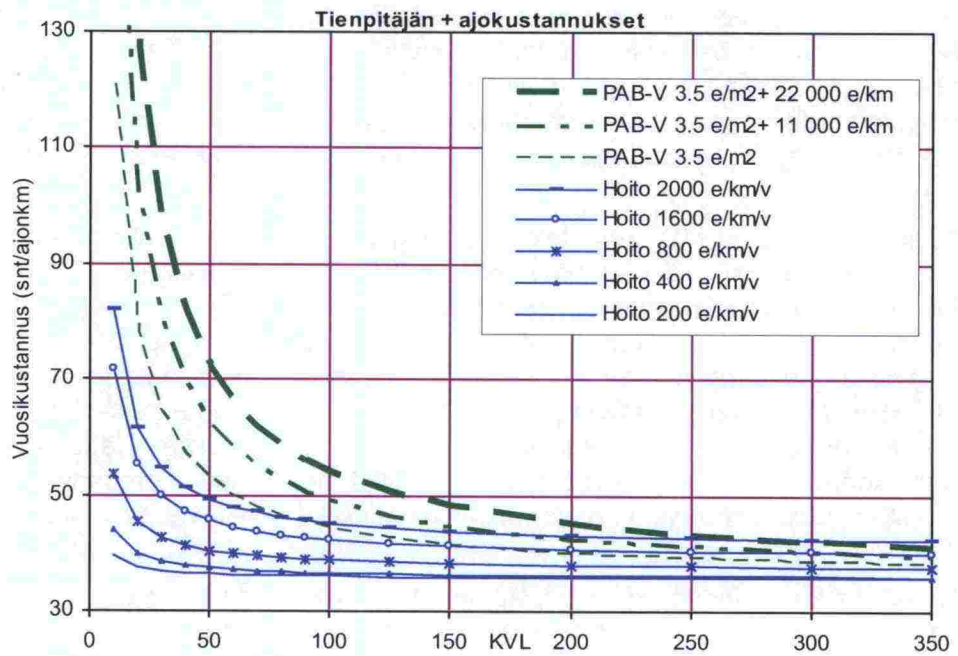
4.24 Hoitokustannustarkastelu

Hoitokustannustarkastelussa vertaillaan päällystämistoimenpiteiden kustannuksia hoitokustannustasoon, ottaen huomioon tienpitäjän ja tienkäyttäjän kustannukset. Päällystämisen ja keveiden parantamistoimenpiteiden investointikustannukset ovat tarkastelussa päällystämisen osalta 21 000 €/km (PAB-V 3.5 €/m²) sekä päällysteen+ keveiden RP toimenpiteiden osalta 32 000 €/km, mikä vastaa keskimääräistä 10-15 cm murskeen lisäyksen sisältävän toimenpiteen kustannustasoa ja 43 000 €/km, mikä vastaa keskimääräistä VBST kustannustasoa, lähteenä käytetyn S14 yhteydessä tehdyn selvityksen *Vähäliikenteisten teiden hoidon, ylläpidon ja korvausinvestointien kustannukset* [Kuusisto, 2004] perusteella.

Päällystettyjen teiden keskimääräisiksi hoitokustannuksiksi oletetaan 400 €/km/v. Pelkästään hoitotoimenpiteiden kunnossapidettävien kohteiden hoitokustannuksia varioidaan alhaisesta 200 €/km/v korkeaan 2 000 €/km/v tasoon. Tien kunto otetaan tarkastelussa huomioon tasaisuuden IRI avulla si-

ten, että alhaisilla hoitokustannuksilla tasaisuus oletetaan samaksi kuin päällystämisvaihtoehdoissa ja hoitokustannusten ollessa korkeita, myös tasaisuusarvo on suuri. Tosin sanoen epätasaisuuden lisääntyminen nostaa sekä tienpitäjän hoitokustannuksia että tienkäyttäjän ajokustannuksia.

Tarkastelun perusteella hoitokustannusten osuus ylläpitokustannuksiin verrattuna on kaiken kaikkiaan alhainen ja kustannusero korostuu pienillä liikennemäärillä (kuva 15). Esim. alle 80 ajon/vrk liikennemäärillä korkeatkin hoitokustannukset ovat uudelleenpäällystämistä taloudellisempi vaihtoehto. Päällystäminen ja siihen liitettävät kevyet RP:t tulevat vaihtoehtoisiksi toimenpiteiksi liikennemäärillä 100...200 ajon/vrk heikkokuntoisimmilla teillä eli tieverkon osalla, missä hoitokustannukset ovat korkeita.



Kuva 15. Hoito- ja päällystämistoimenpiteiden kustannusvertailu. Tienpitäjän ja tienkäyttäjän vuosikustannukset.

Hoitotoimenpiteisiin panostamisesta saadaan siten irti suurin hyöty vähäisillä liikennemäärillä. Tällöin keskimääräinen hoitokustannustaso saa jopa moninkertaistua ennen kuin ylläpidon investoinnit tulevat tienpitäjän ja tienkäyttäjän kustannukset huomioon ottaen kannattavaksi.

Hoitomenetelmien ja toimintamallien kehittäminen on vähäliikenteisten teiden kunnossapitokustannusten optimoimisen kannalta taloudellisesti järkevää. Oleellista on menetelmien laadun ja pitkäaikaiskestävyyden parantaminen sellaiseksi, että palvelutason säilyttäminen on mahdollista ja että hoitotoimenpiteiden kesto ja hoitokustannusten taso pystytään arvioimaan mahdollisimman luotettavasti. Tältä pohjalta myös uusien toimintamallien kehittäminen tulee mahdolliseksi.

5 YHTEENVETO

Vähäliikenteisen päällystetyn tieverkon (seututiet KVL < 200 ajon/vrk sekä yhdystiet) pituus on reilu 25 600 km ja lähes 90 %:lla (yli 22 500 km) siitä liikennemäärä on alle 1000 ajon/vrk eli varsin vähäinen. Vähäliikenteisten teiden erityispiirteisiin kuuluu, että tieverkko on sitä vaurioituneempaa mitä alhaisempi liikennemäärä on, mikä asettaa ylläpidon ohjaukselle erilaiset lähtökohdat kuin vilkasliikenteisellä tieverkon osalla, missä päällysteiden ylläpitotoimenpiteet määräytyvät hyvin pitkälle liikennemäärän kasvun kanssa korreloivan urasyvyyden perusteella.

Projektin yhteydessä suoritettujen ajomukavuustutkimusten perusteella tienkäyttäjien kannalta haitallisimpia päällystevaurioita ovat reiät, heikkolaatuiset paikkaukset, erilaiset pykälällä olevat halkeamat ja reunapainumat. Lisäksi varsinkin raskaan kaluston kuljettajat kokevat yksittäiset suuret (routa)heitot merkittäväksi ajomukavuutta ja liikenneturvallisuutta heikentäväksi tekijäksi.

Verkkohalkeamat yksittäisenä tekijänä eivät useinkaan heikennä kohteen ajettavuutta, vaan ne koetaan haitallisiksi kohdissa, missä esiintyy yhtäaikaista monenlaisia pintavaurioita, kuten pituus ja poikkihalkeamaa, reunapainumaa, reikiä tai muutoksia poikkileikkauksessa (urautuneisuutta, deformaantumista, latistumista). Purkaumasta ei ole juurikaan haittaa ajomukavuudelle, korkeintaan se havaitaan ajoneuvossa tienpinnan karkeutena. Reunapainuma on useimmiten ajoturvallisuuteen vaikuttava tekijä. Kapeita pituushalkeamia autoilija tuskin huomaa, eivätkä ne haittaa ajomukavuutta. Leveistä pituushalkeamista on ajomukavuushaittaa, jos ne ovat pykälällä.

Vähäliikenteisten teiden kunnon arviointi tulisi perustaa pituus ja poikkisuuntaisen epätasaisuuden (IRI ja Harjanne) sekä tienkäyttäjän kokemaa palvelutasoa korostavan vauriosumman (VSt) tunnuslukuihin. Lisäksi tieverkolta tulisi kartoittaa haittaa aiheuttavat yksittäiset heitot. Heittoa ei tällä hetkellä tilastoida yhtenäistettyä menettelyä käyttäen tiestön kunnon kehittymisen seuranta ja ylläpidon tarpeita ajatellen.

Menettelyjen käyttöönotto ylläpidon ohjelmoinnissa edellyttää uusien tunnuslukujen kirjaamista kuntorekisteriin sekä kuntomuuttujien määrittelyä kuntotavoiterajoineen päällystettyjen teiden ylläpidon ohjelmointijärjestelmään. Yksittäisten heittojen osalta edellytyksenä on myös laskenta-algoritmin kehittäminen ja vieminen PTM-ajoneuvon mittausohjelmistoon.

Ensisijaisia kehittämiskohteita PVI käytännöissä ovat :

- Päällystevaurioiden vakavuusasteen huomioon ottaminen
- Pykälällä olevien halkeamien huomioon ottaminen
- Heikkolaatuisten paikkausten huomioon ottaminen / rinnastaminen reikiin.

Projektin edetessä kehitetyistä kuntomuuttujista on tärkeää huomioida, että projektin raportoinneissa esitetyt jakaumat ja alustavat raja-arvot eivät vält-

YHTEENVETO

tämättä ole sellaisenaan käyttökelpoisia koko päällystetyllä tieverkolla, koska tutkimuksen kohteena on nimenomaan ollut vähäliikenteinen päällystetty tieverkko.

Kunnostustoimenpiteiden valinnan tulee pohjautua tien pintakuntoon ja vaurioitumisnopeuteen. Vaurioitumisnopeuden ollessa pieni kunnostamisella pyritään palauttamaan tienpinta hyvälle tasolle. Nopeasti vaurioituvilla osuuksilla tarvitaan rakenteen vahvistamista. Vahvistamistarve riippuu myös tien liikenteellisestä merkityksestä. Merkityksen kasvaessa yksittäiset huonokuntoiset kohdat tulee korjata, koska ne alentavat koko tien palvelutasoa. Tyypillisiä huonokuntoisia kohtia ovat rummut, heitot, pykälällä olevat halkeamat ja sillan päät. Maastokäynti on erittäin tärkeä arvioitaessa kohteen kunnostustarvetta ja kunnostusmenetelmää.

Ylläpitotoimenpiteiden kustannusvertailun perusteella pelkästään tienpitäjän kustannuksia tarkasteltaessa soratieksi palauttaminen on hieman edullisempi vaihtoehto kuin päällystettynä parantaminen. Ajokustannukset huomioon ottaen päällystetyn tai pinnatun (SOP) tien soratieksi muuttaminen on vuosikustannusten perusteella kuivilla kohteilla harkittava vaihtoehto vain muutamien kymmenen ajon/vrk liikennemäärällä ja lievästi routivilla kohteilla 0-100 ajon/vrk liikennemäärällä.

Jos KVL rajaksi soratieksi palauttamiselle ja päällystettynä parantamiselle halutaan määritellä tietty liikennemäärä, sellaiseksi voidaan tarkastelun tuloksista päättelemällä valita KVL 100 ajon/vrk siinä mielessä, että liikennemäärän ollessa alle 100 ajon/vrk soratieksi palauttamista voidaan kohteen sijainnin, asutuksen, elinkeinoelämän, ympäristötekijöiden yms. tarpeet huomioon ottaen harkita. Toisin sanoen KVL ollessa yli 100 ajon/vrk päällystetyn tien soratieksi palauttaminen ei yleensä ole perusteltua. Tapauskohtaisesti kunnostustarve, olosuhteet ja budjettiraami määrittävät milloin soratieksi palauttaminen on perusteltua.

Yksittäisen SOP tien soratieksi palauttaminen ei myöskään ole perusteltua ennen kuin kohteen hoitotoimenpiteiden (lähinnä paikkaus ja saumojen juottaminen) kustannukset kasvavat suuremmaksi kuin vastaavalla sorakulutuskerroksisella kohteella. Toisin sanoen hyvin alhaisen liikennemäärän teiden elinkaarta kannattaa taloudellisessa mielessä pyrkiä jatkamaan pitäen tavoitteena peruspalvelutason säilyttämistä säännöllisin paikkaus ja juottamistoimenpitein (saattohoito). Tällöin tienkäyttäjän ajomukavuuden kannalta merkittävään asemaan nousee paikkausten laatu; pysyvyys ja pinnan tasaisuus. Hoitomenetelmien ja toimintamallien kehittäminen on siten vähäliikenteisten teiden ylläpidon taloudellisuuden kannalta hyvin keskeisessä asemassa.

KIRJALLISUUSLUETTELO

Belt, J. Lämsä, VP. Kunnostusmenetelmän valinnan problematiikka. Helsinki 2005. Tiehallinto. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 38/2005. TIEH 4000475-v.

Kuusisto, Hanna. Vähäliikenteisten teiden hoidon, ylläpidon ja korvausinvestointien kustannukset. Helsinki 2004. Tiehallinnon selvityksiä 5/2004. TIEH 3200854

Lämsä, VP., Belt, J. Päällystevauriot ja ajotuntuma. Helsinki 2004. Tiehallinto. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 33/2004. TIEH 4000431.

Lämsä, VP., Belt, J. Routaheittotutkimus. Helsinki 2004. Tiehallinto. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 32/2004. TIEH 4000430.

Lämsä, VP. SOP teiden ylläpito. Helsinki 2005. Tiehallinto. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 39/2005. TIEH 4000476-v.

Lämsä, VP. Vähäliikenteisten teiden heikkokuntoisuuden arviointi. Helsinki 2005. Tiehallinto. Tiehallinnon sisäisiä julkaisuja 26/2005. TIEH 4000463.

Päällystettyjen teiden kuntotavoitteiden tarkistus. Tielaitos, tie ja liikenneolojen suunnittelu. Helsinki 2000. TIEL 1000031

Päällysteiden suunnittelu. Tiehallinto. Helsinki 1997. TIEL 2140011

Tieomaisuuden kunnon yhtenäinen palvelutasoluokitus Perusteet, nykytila ja suositus luokitukseksi. Helsinki 2004. Tiehallinnon selvityksiä 32/2004. TIEH 3200882.

Tietilasto 2003. Tiehallinnon tilastoja 1/2004. Helsinki 2004. TIEH 330000504

Yleiset tiet 1.1.2004. Tiehallinnon tilastoja 2/2004. Helsinki 2004. TIEH 3300004v04

ISSN 1457-9871
ISBN 951-803-571-7
TIEH 3200957